



**Tecnologia RFID na Gestão de Resíduos Sólidos  
Urbanos: integração num modelo PAYT para uma  
zona piloto no Município da Maia.**

por

Ana Julieta de Sá Portela

Relatório de Estágio do Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente

Orientada por:

Professora Doutora Cristina Chaves

2011

## **Agradecimentos**

À equipa da Lipor responsável pelo projecto que aqui se apresenta, Paulo Rodrigues, Joana André e Patrícia Matos, pelo apoio, entreaajuda e disponibilidade sempre demonstradas.

A todos os representantes das entidades que colaboraram na realização deste projecto, Engº Luís Fernandes da Maiambiente, Marisa Duarte da Vatten e Dr.<sup>a</sup> Isabel Sacramento da Resopre, pelas informações úteis que disponibilizaram.

À minha orientadora, Professora Doutora Maria Cristina Chaves, pela sua orientação, revisão e pelos conselhos úteis que foi transmitindo ao longo do desenvolvimento deste trabalho.

À minha família, em particular à minha mãe, pelo apoio e carinho incondicionais em todo o percurso que culminou na realização deste trabalho.

Ao Miguel pela compreensão e apoio constantes.

## **Resumo**

Dado o actual contexto ambiental em matéria de resíduos que caracteriza não só Portugal mas toda a Comunidade Europeia de um modo geral, entende-se essencial a adopção de estratégias concretas que vão de encontro ao cumprimento das metas estabelecidas, ao nível da UE, em termos de redução e valorização de resíduos.

O projecto que aqui se apresenta surge da necessidade de se efectivar um trabalho prático que permita a adopção de medidas concretas em matéria de prevenção e redução de resíduos, assumindo sempre como base os princípios da responsabilidade partilhada e do poluidor-pagador. Neste relatório é apresentada a estruturação logística necessária à implementação de um novo modelo de gestão de RSU baseado na tecnologia por rádio-frequência para uma zona piloto bem definida do Município da Maia. Além disso, o desenvolvimento de um novo modelo de tarifação de RSU foi criado a pensar num equilíbrio entre a alocação dos custos associados à disponibilização dos serviços de gestão de resíduos e a responsabilização pela produção dos resíduos.

Os resultados obtidos através da realização de simulações de implementação do novo modelo de tarifação para a zona piloto permitem perceber a necessidade de se efectivar a introdução de uma estrutura deste tipo num âmbito mais alargado, que permitam futuramente atingir o equilíbrio económico, ambiental e social desejável.

## **Abstract**

Given the current environmental context on waste that characterizes not only Portugal but throughout the European Community in general, it is understood the need to adopt concrete strategies that meet the performance goals established by European guidelines in terms of reducing and recycling waste.

The project presented here thus arises the need to enact a practical work to allow the adoption of concrete measures on prevention and waste reduction, always based on the concept of shared responsibility and the polluter pays principle. This report presents the logistic support required to implement a new management model based on radio frequency technology to a well-defined pilot area of the Municipality of Maia. In addition, the development of a new model for pricing solid waste production to final consumers was created to achieve a balance between the allocation of costs associated with providing services for waste management and accountability of the production of waste.

The results obtained by conducting simulations to implement this new pricing model for the pilot zone allow to realize the need to effect the introduction of such a structure in a broader scope, to achieve an economic, environmental and socially desirable balance.



## ÍNDICE GERAL

RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>1</b>
1.1 DESCRIÇÃO DO PROJECTO E OBJECTIVOS.....	1
1.2 ENQUADRAMENTO ESPAÇO-TEMPORAL.....	2
1.3 METODOLOGIA ADOPTADA.....	2
1.4 ORGANIZAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	3
<b>2. O SECTOR DE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS.....</b>	<b>5</b>
2.1 ENQUADRAMENTO LEGAL: COMUNITÁRIO E NACIONAL.....	5
2.2 SITUAÇÃO ACTUAL: PRODUÇÃO E DESTINO FINAL.....	7
2.3 GESTÃO DE RSU EM PORTUGAL.....	8
2.3.1 Caracterização e Organização do Sector.....	9
2.3.2 Regulação do Sector.....	10
2.3.3 Enquadramento Económico-Social.....	10
2.3.4 Aspectos Económicos na Gestão de RSU.....	11
2.3.4.1 Tarifários de RSU.....	12
<b>3. MODELO <i>PAY-AS-YOU-THROW</i> (PAYT).....</b>	<b>14</b>
3.1 ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	14
3.2 ENQUADRAMENTO LEGAL.....	15
3.3 TIPOS DE SISTEMAS PAYT.....	16
3.4 BENEFÍCIOS E BARREIRAS.....	16
3.5 PAPEL DOS <i>STAKEHOLDERS</i> .....	19
3.6 ESTRUTURAS TARIFÁRIAS SOB O PAYT.....	20
3.7 CASOS DE APLICAÇÃO.....	22
<b>4. TECNOLOGIA <i>RADIO FREQUENCY IDENTIFICATION</i> (RFID).....</b>	<b>23</b>
4.1 ENQUADRAMENTO TEÓRICO.....	23
4.2 ESTADO DA ARTE.....	23
4.3 BASES TÉCNICAS.....	24
4.4 ENQUADRAMENTO NUM MODELO PAYT.....	25
<b>5. INTRODUÇÃO À ÁREA DE ESTUDO.....</b>	<b>26</b>
5.1 BREVE APRESENTAÇÃO DO MUNICÍPIO DA MAIA.....	26
5.2 SITUAÇÃO ACTUAL DO MUNICÍPIO DA MAIA.....	26
5.2.1 Caracterização do Sistema de Gestão de RSU.....	26
5.2.1.1 Gestão de Resíduos Indiferenciados.....	27
5.2.1.2 Gestão de Resíduos Recicláveis.....	28
5.2.1.3 Sistema de deposição e armazenamento de RSU.....	29
5.2.2 Tarifa de Resíduos Sólidos Urbanos.....	30

<b>5.3 APRESENTAÇÃO DA ZONA PILOTO.....</b>	<b>30</b>
5.3.1 Actual Sistema de Gestão de RSU.....	31
5.3.2 Caracterização e Quantificação de RSU.....	33
5.3.3 Caracterização Territorial.....	34
5.3.4 Caracterização Sócio-Económica: Realização de Inquéritos.....	35
5.3.4.1 Desenho dos Inquéritos.....	35
5.3.4.2 Método de Amostragem.....	36
5.3.4.3 Resultados dos Inquéritos.....	36
5.3.5 Situação Económico-Financeira do Actual Sistema de Gestão de RSU.....	38
<b>6. IMPLEMENTAÇÃO DA TECNOLOGIA RFID NA ZONA PILOTO.....</b>	<b>41</b>
6.1 SISTEMA RFID A IMPLEMENTAR.....	41
6.1.1 Justificação da escolha do sistema.....	41
6.2 CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DO SISTEMA RFID.....	42
6.2.1 Descrição do Sistema.....	42
6.2.2 Outras Funcionalidades do Sistema.....	44
6.3 REESTRUTURAÇÃO DO ACTUAL MODELO DE GESTÃO.....	44
6.3.1 Modificações ao nível de equipamentos de deposição.....	44
6.3.2 Modificações ao nível do sistema de recolha.....	47
6.4 CUSTOS DECORRENTES DA IMPLEMENTAÇÃO DO NOVO SISTEMA.....	48
6.5 CALENDARIZAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO SISTEMA.....	52
6.6 ASPECTOS RELEVANTES PARA UMA IMPLEMENTAÇÃO BEM SUCEDIDA.....	53
6.6.1 Implementação de programas específicos.....	55
<b>7. DESENHO DE UM NOVO MODELO TARIFÁRIO.....</b>	<b>57</b>
7.1 INTRODUÇÃO.....	57
7.2 MODELO TARIFÁRIO A IMPLEMENTAR.....	58
7.2.1 Linhas Orientadoras.....	58
7.2.2 Modelo Tarifário.....	60
7.3 SIMULAÇÃO DA IMPLEMENTAÇÃO DO NOVO MODELO.....	65
7.3.1 Simulação 1.....	66
7.3.2 Simulação 2.....	69
7.4 ANÁLISE E COMENTÁRIO DE RESULTADOS.....	70
7.4.1 Análise de resultados do ponto de vista do utilizador final.....	71
7.4.2 Análise de resultados do ponto de vista da entidade gestora.....	72
<b>8. ANÁLISE CRÍTICA DO PROJECTO.....</b>	<b>74</b>
<b>9. CONCLUSÕES DO RELATÓRIO DE PROJECTO.....</b>	<b>77</b>
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS</b>	

## **ÍNDICE DE FIGURAS**

Figura 2.1 - Resíduos Urbanos, UE-27 (kg/habitante) (Eurostat, 2011).....	7
Figura 4.1 - Exemplo de um processo de recolha de resíduos com a tecnologia RFID (Wyatt, 2008).....	23
Figura 4.2 - Componentes de um sistema RFID (Panizza et al. 2010).....	24
Figura 5.1 - Enquadramento Regional do Município da Maia (Imagem à escala 1:130000; Fonte: INE 2011).....	26
Figura 5.2 - Localização Geográfica da Zona Piloto.....	30
Figura 6.1 - Modelo de funcionamento do sistema RFID (dados fornecidos por Resopre) .....	42
Figura 6.2 - Hierarquia das etapas no planeamento de um PAYT (adaptado de Bilitewski 2003).....	53

## **ÍNDICE DE GRÁFICOS**

Gráfico 3.1 - Modelo de cobrança com duas componentes (fixa ou semi-fixa) com variabilidade de tarifas de acordo com o tamanho (volume) do receptáculo usado para recolha de resíduos. ....	21
---	----

## **ÍNDICE DE QUADROS**

Quadro 5.1 - Produção estimada de RSU indiferenciados e recicláveis em 2009 na zona piloto.....	34
Quadro 6.1 - Modificações nas frequências de recolha.....	47

## **ACRÓNIMOS E ABREVIATURAS**

No presente documento foram utilizadas as seguintes abreviaturas e acrónimos:

AMP	Área Metropolitana do Porto
PAA	Programa de Acção em Matéria de Ambiente
PAYT	<i>Pay-As-You-Throw</i>
PaP	Porta-a-porta
PPP	Princípio do Poluidor Pagador
RFID	<i>Radio Frequency Identification</i>
RSU	Resíduos Sólidos Urbanos
RU	Resíduos Urbanos
TRSU	Tarifa de Resíduos Sólidos Urbanos
UE	União Europeia

## 1. Introdução

### 1.1 Descrição do Projecto e Objectivos

O projecto que se apresenta neste relatório surge como finalização do trabalho iniciado em 2008 pela Lipor, em colaboração com a Maiambiente, no que respeita à introdução de um modelo Pay-As-You-Throw na Zona Piloto do Lidador, Maia. O projecto surge da necessidade de se efectivar o trabalho em torno de um dos pilares considerados essenciais na hierarquia da gestão de resíduos - a Prevenção. De facto, nos últimos quatro anos foram desenvolvidos, em colaboração com a Lipor e no âmbito de dissertações de Mestrado, diversos estudos sobre a zona do Lidador, nomeadamente de França (2009) e Vaz (2009), com o objectivo de adquirir um conhecimento mais aprofundado relativamente às características territoriais, sócio-económicas e de hábitos de gestão, e que, portanto, se revelaram essenciais para o desenvolvimento de um modelo de prevenção de resíduos, neste caso o PAYT, adequado à realidade em questão.

O projecto da Lipor, denominado "Implementação de Projecto PAYT no Município da Maia", foi submetido a uma candidatura ao concurso nacional relativo à aplicação da Taxa de Gestão de Resíduos promovido pela Agência Portuguesa do Ambiente, tendo recebido, em Abril de 2011, um financiamento que lhe permitirá realizar todos os trabalhos inerentes a este projecto até ao término do mesmo em Abril de 2013.

O projecto em questão assenta na implementação de um sistema de recolha de RSU inovador e pioneiro em Portugal que pretende transformar o modo como o actual sistema de gestão de RSU se encontra actualmente. Este projecto prevê a existência de tecnologia RFID nos meios afectos aos sistemas de recolha de RSU bem como a existência de um sistema *backoffice* para tratamento e monitorização dos dados. Com o desenvolvimento deste plano pretende-se otimizar o sistema de recolha e prestação de serviços e introduzir um novo modelo de estrutura tarifária que atenda ao princípio do Poluidor-Pagador.

Os objectivos propostos para este trabalho focam-se na definição dos moldes logísticos para implementação de um novo modelo de gestão de RSU baseado na tecnologia RFID na zona piloto do Lidador, nomeadamente sobre o modo como o mesmo será reestruturado para permitir a integração desta nova tecnologia e também sobre a definição de uma estrutura tarifária que vá de encontro ao novo modelo proposto.

## **1.2 Enquadramento Espaço-Temporal**

O desenvolvimento do projecto que se apresenta neste relatório, no âmbito de um estágio curricular para conclusão do Mestrado em Economia e Gestão do Ambiente da Faculdade de Economia da Universidade do Porto, decorreu nas instalações da LIPOR - Serviço Intermunicipalizado de Gestão de Resíduos do Grande Porto, sediada em Baguim do Monte, concelho de Gondomar.

A realização deste estágio contou com a colaboração, em ambiente empresarial, do Engenheiro Paulo Rodrigues do Departamento de Operações, Manutenção e Obras da Lipor, e teve a duração de oito meses, tendo-se iniciado em Novembro de 2010 e terminado em Julho de 2011.

## **1.3 Metodologia Adoptada**

A metodologia adoptada para o desenvolvimento deste projecto de dissertação consistiu em:

- Recolher, seleccionar e processar todos os dados considerados fundamentais para elaboração de uma análise prática, correcta e consistente;
- Proceder a uma revisão bibliográfica coerente de toda a literatura relevante neste âmbito;

Com base nesses elementos e informações procurou-se então desenvolver uma estrutura clara e consistente que relate os termos em que se construiu o projecto que aqui se apresenta, bem como as suas componentes técnica, social e económica.



## **1.4 Organização da Dissertação**

O presente documento encontra-se estruturado em nove capítulos, que se apresentam de seguida:

### Introdução

O presente capítulo apresenta uma breve introdução ao projecto que se descreve neste relatório e um enquadramento espaço-temporal do estágio curricular realizado nesse âmbito.

### O Sector de Resíduos Sólidos Urbanos

No segundo capítulo é apresentado um enquadramento do sector de RSU ao nível comunitário e nacional em termos das directrizes legais que orientam as actuais políticas de gestão de resíduos, a situação actual em termos de produção e tratamento de resíduos, e uma caracterização deste sector em Portugal em termos organizacionais, económicos e económico-sociais.

### Modelo *Pay-As-You-Throw* (PAYT)

O terceiro capítulo compreende uma apresentação do modelo PAYT que serviu de base ao desenvolvimento do projecto que se apresenta neste trabalho, nomeadamente ao nível do seu enquadramento teórico para o sector de resíduos, as diferentes formas que pode assumir para se adaptar às diversas realidades e os tipos de esquemas tarifários que são frequentemente utilizados para a sua aplicação.

### Tecnologia *Radio Frequency Identification* (RFID)

O quarto capítulo descreve em que consiste a tecnologia RFID, as suas bases técnicas, e de que forma se enquadra na gestão de resíduos como uma ferramenta para tornar exequível o modelo PAYT.

### Introdução à Área de Estudo

O quinto capítulo apresenta a zona piloto para implementação do projecto, as suas principais características territoriais e hábitos de produção de resíduos. É também apresentada a situação económico-financeira em que se encontra o actual modelo de gestão de resíduos para essa zona, e ainda uma caracterização sócio-económica, através da realização de inquéritos à população dessa área de estudo.

### Implementação da Tecnologia RFID na zona piloto

O capítulo 6 descreve o tipo de sistema RFID que se pretende introduzir na zona piloto e a reestruturação que será necessária ao nível de equipamentos de deposição e de esquemas de recolha para essa área. Neste ponto serão também abordados os custos relativos à implementação desse novo sistema RFID e os aspectos cruciais a uma implementação bem sucedida.

### Desenho de um novo Modelo Tarifário

No capítulo 7 será apresentado um novo modelo de tarifação de RSU com base nas recomendações da entidade reguladora. Serão ainda efectuadas duas simulações que pretendem demonstrar o tipo de tarifa que poderia ser cobrada no âmbito de um novo sistema, o balanço entre custos e receitas decorrente da sua aplicação e a evolução temporal que a mesma poderá tomar.

### Análise Crítica do Projecto

O capítulo 8 apresenta uma análise crítica relativamente a alguns aspectos pertinentes que caracterizam o projecto que se descreve neste trabalho.

### Conclusões

O último capítulo apresenta as reflexões finais e as principais conclusões derivadas do desenvolvimento deste trabalho.

## **2. O Sector de Resíduos Sólidos Urbanos**

### **2.1 Enquadramento Legal: Comunitário e Nacional**

Ao nível da UE, a nova Directiva-quadro em matéria de resíduos (Directiva n.º 2008/98/CE, de 19 de Novembro) veio consagrar as opções para lidar com os resíduos de acordo com uma hierarquia preferencial, que define a prevenção, minimização e reutilização como as opções prioritárias e que mais contribuem para a redução do volume de resíduos produzidos, contribuindo assim para a redução do volume de resíduos a ser objecto de tratamento (European Commission - Eurostat, 2010).

Pretende-se assim que os Estados-Membros foquem as suas estratégias de acção no sentido do topo dessa hierarquia, desviando-se o mais possível da opção de deposição final em aterros.

Esta hierarquia encontra-se enquadrada em termos legislativos na Directiva "Aterros" (Directiva 1999/31/CE, de 26 de Abril), que apresenta objectivos que vão obrigar ao desvio de uma quantidade crescente de resíduos urbanos biodegradáveis dos aterros (de 50% em 2009 e 65% em 2016), e na Directiva "Embalagens" (Directiva 2004/12/CE de 11 de Fevereiro), que obriga a um acréscimo significativo dos níveis de reciclagem de resíduos de embalagem (para um mínimo de 55% em 2011).

O 6.º PAA (2002-2012), consubstanciado na Decisão n.º 1600/2002/CE de 22 de Julho, veio alterar o paradigma nas políticas em matéria de resíduos que, até então, se caracterizavam por serem estanques e separadas das políticas orientadas para os recursos naturais. Com efeito, no 6.º PAA, os resíduos passaram a ser considerados como saídas do sistema económico, sendo que, desta forma, a gestão de resíduos passou a constituir parte do ciclo sócio-económico dos materiais devendo integrar a sua gestão global. Deste modo, pode-se considerar que a política de resíduos se tornou mais abrangente, passando de uma política focada nos processos/produtos para uma orientada para os sistemas (APA, 2011).

Em Portugal, as orientações estratégicas para a gestão de resíduos foram consagradas em vários planos específicos de gestão de resíduos, sobretudo a partir de finais da década de 90. Como exemplos mais relevantes para o sector de resíduos urbanos e equiparados contam-se o Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos (PERSU), a Estratégia Nacional Para a Redução dos Resíduos Urbanos Biodegradáveis (ENRUBDA) Destinados aos Aterros, o Plano de Intervenção de Resíduos Sólidos Urbanos e Equiparados (PIRSUE), a Estratégia para os Combustíveis Derivados de Resíduos (CDR) e o Programa de Prevenção de Resíduos Urbanos (PPRU) (APA, 2011).

Em 1997 o Governo Português desenvolveu o primeiro plano estratégico nacional dedicado ao tratamento dos resíduos urbanos (PERSU I 1997-2006), definindo um conjunto de orientações estratégicas no que respeita à gestão de RSU. Os objectivos preconizados nesse primeiro plano de acção foram claramente conseguidos, destacando-se o encerramento das lixeiras, a criação de sistemas municipais e intermunicipais de gestão de RSU, a construção de infra-estruturas de valorização e eliminação e a criação de sistemas de recolha selectiva multimaterial.

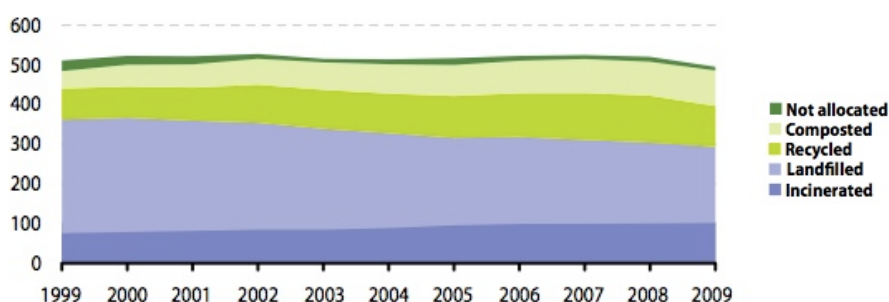
O Decreto-Lei n.º178/2006 de 5 de Setembro veio estabelecer o regime geral de gestão de resíduos em Portugal, consagrando a necessidade de minimizar a produção de resíduos e a garantia da sua gestão sustentável. Além disso, esse diploma veio determinar a necessidade de elaboração de um novo plano de gestão de resíduos urbanos que procedesse a uma revisão e reforço da estratégia contemplada no PERSU. Com efeito, a introdução do PERSU II (2007-2016) veio estabelecer regras orientadoras com objectivos, metas e acções a implementar bem definidas, principalmente ao nível do desvio de resíduos urbanos biodegradáveis de aterro, à reciclagem e à valorização de resíduos de embalagem e à redução das emissões de gases com efeito de estufa.

A formulação do Plano Nacional de Gestão de Resíduos (PNGR 2011-2020) vem constituir um importante marco em direcção a uma perspectiva sistémica dos diversos aspectos ligados à gestão dos resíduos, fixando "objectivos estratégicos, de âmbito

nacional, da política de gestão de resíduos e as regras orientadoras que assegurem a coerência dos planos específicos de gestão de resíduos (...) bem como a constituição de uma rede integrada e adequada de instalações de valorização e eliminação de todo o tipo de resíduos, tendo em conta as melhores tecnologias disponíveis com custos economicamente sustentáveis" (Proposta de PNGR, 2011). Pretende-se que este plano, assim como estabelecido no Decreto-Lei n.º178/2006, seja um documento estratégico de carácter macro que oriente a política de gestão de resíduos para os próximos anos e o desenvolvimento de planos sectoriais específicos e mais aprofundados (APA, 2011).

## 2.2 Situação Actual: Produção e destino final

A quantidade de resíduos municipais produzidos por habitante na UE-27 sofreu um acréscimo de 0,4% entre o período de 1999 e 2009, atingindo os 513kg/habitante. No entanto, a par desse aumento, deu-se uma mudança significativa na forma como esses resíduos são tratados: verificou-se uma diminuição da quantidade de resíduos objecto de deposição final em aterro de uma fatia de 59% em 1999 para 39% de deposição em aterro em 2009 (Figura 2.1).



**Figura 2.1** - Resíduos Urbanos, UE-27 (kg/habitante) (European Comission - Eurostat, 2011)

Em Portugal, a produção de resíduos urbanos "tem crescido mais rapidamente do que a taxa de crescimento da população, o que sugere que o aumento da produção de resíduos resulta não somente do aumento populacional mas também de novos hábitos de consumo e de comportamentos geradores de mais resíduos" (INE, 2010).

De acordo com dados do Eurostat de 2011, estima-se que cada habitante em Portugal tenha produzido, em 2009, cerca de 488kg de resíduos urbanos, dos quais 301kg (aproximadamente 62%) seguiram para aterro como solução de tratamento final - este valor permaneceu muito acima do limite de 23% definido no Plano PERSU I para 2005.

Também em 2009, e no que diz respeito aos resíduos urbanos recolhidos indiferenciada e selectivamente, verificou-se que a região do Norte apresenta a maior produção de resíduos de recolha indiferenciada (1 489 mil toneladas), e a região de Lisboa o maior volume de resíduos de recolha selectiva (196 mil toneladas) (INE, 2010).

Em termos dos resíduos urbanos recolhidos selectivamente, verifica-se que os ecopontos constituem o principal meio de recolha selectiva de resíduos<sup>1</sup>, em detrimento da recolha em ecocentros e PaP. O último método de recolha surge como o sistema com menos material recolhido, podendo este facto ser justificado pelos custos associados a este tipo de recolha selectiva (INE, 2010).

### **2.3. Gestão de Resíduos Sólidos Urbanos em Portugal**

A definição de “Gestão de Resíduos” compreende as actividades de recolha, transporte, armazenagem, triagem, tratamento, valorização e eliminação de resíduos, bem como as operações de descontaminação de solos, incluindo a supervisão dessas operações e o acompanhamento dos locais de eliminação após encerramento (APA, 2011).

A designação de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) deriva da necessidade de se distinguir entre os diversos tipos de resíduos e respectivas origens (urbana, industrial, hospitalar), consoante as características que os definem. Com efeito, consideram-se como resíduos sólidos urbanos todos os resíduos produzidos a nível domiciliário, desde restos orgânicos (comida, aparas de jardins), embalagens de alimentos, equipamentos

---

<sup>1</sup> Em Portugal Continental, em 2009, cerca de 70% dos resíduos recolhidos selectivamente para reciclagem foram depositados em ecopontos (INE 2010).

adquiridos pela família ou qualquer tipo de ferramenta ou acessório que derive de uso domiciliar.

### **2.3.1 Caracterização e Organização do Sector de Resíduos**

A política de resíduos em Portugal tem-se focado, na última década, na criação de uma estrutura de incentivo à redução de resíduos e ao desenvolvimento de infraestruturas adequadas para o tratamento e recuperação dos mesmos.

Podem-se considerar actualmente três principais áreas de intervenção ao nível da gestão de resíduos nacional (APA, 2011):

- Melhoria das infra-estruturas de recolha e valorização de resíduos urbanos e equiparados;
- Gestão de resíduos não urbanos como os industriais, e de outras origens como por exemplo os resíduos hospitalares e agrícolas, especialmente os perigosos;
- Aplicação do conceito da responsabilidade alargada do produtor (RAP) a fluxos específicos de resíduos.

Os serviços de gestão de resíduos têm sido classificados segundo as designações de alta (Anexo A, figura A.1) e baixa (Anexo A, figura A.2) consoante as actividades realizadas pelas várias entidades gestoras. Esta classificação distingue, respectivamente, entre os chamados sistemas multimunicipais e municipais, sendo os primeiros responsáveis pela armazenagem, triagem, valorização e eliminação dos resíduos, e os últimos responsáveis por actividades de recolha e transporte dos resíduos provenientes de habitações, ou outros que devido à sua natureza ou composição sejam semelhantes àqueles (ERSAR, 2010a).

A estrutura de mercado do sector de resíduos, contrariamente ao sector dos serviços de água, não se caracteriza por um caso de monopólio natural<sup>2</sup> uma vez que não se trata de

---

<sup>2</sup> Os serviços públicos de infraestruturas podem ser considerados, em geral, monopólios naturais uma vez que os seus custos de produção são menores no caso de um único produtor para um determinado espectro de procura, possuindo assim uma função de custos subaditiva (Marques, 2005).

uma indústria de rede. No entanto, considera-se que na componente em alta deste sector poderá existir um volume de investimentos e ineficiência na exploração de instalações de tratamento alternativas para uma mesma zona geográfica (ERSAR, 2010a).

A cadeia de actividades do sector de resíduos inicia-se com a recolha dos resíduos, podendo ser efectuada de forma indiferenciada ou selectiva, sendo posteriormente necessário garantir o seu tratamento, valorização ou, em último caso, eliminação desses resíduos (ERSAR, 2010a).

### **2.3.2 Regulação do Sector**

A regulação do serviço de gestão de resíduos é assegurada pela Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (ERSAR)<sup>3</sup> que tem como principal preocupação a protecção dos interesses dos utilizadores, através da promoção da qualidade de serviço prestado pelas entidades gestoras e da garantia do equilíbrio dos tarifários praticados, sob os princípios de indispensabilidade, universalidade, equidade, fiabilidade e de custo-eficácia.

Assim, as atribuições desta entidade passam por exercer as funções de autoridade competente para assegurar a regulação estrutural do sector e promover a compreensão e divulgação pública das actividades das entidades gestoras.

### **2.3.3 Enquadramento Económico-Social**

Os serviços de gestão de resíduos inserem-se nos denominados serviços de interesse geral ou serviços de interesse económico geral (SIEG)<sup>4</sup> uma vez que, além de indispensáveis para as actividades económicas, são essenciais à saúde pública e ao bem-

---

<sup>3</sup> Antigo Instituto Regulador de Águas e Resíduos (IRAR), criado em 1997 pelo Decreto-Lei n.º 230/97, de 30 de Agosto.

<sup>4</sup> Os serviços de gestão de resíduos inserem-se nos denominados serviços de interesse geral ou serviços de interesse económico geral, tal como referido num parecer emitido pelo Conselho Económico e Social, no qual já haviam sido considerados como serviços de interesse geral os serviços do sector das águas. Estes serviços são também reconhecidos como serviços públicos essenciais pela legislação nacional, nomeadamente pela Lei n.º 12/2008, de 26 de Fevereiro, que altera e republica a Lei dos Serviços Públicos Essenciais (Lei n.º 23/96, de 26 de Julho).



estar geral das populações. De facto, a prestação destes serviços deve-se pautar por princípios de universalidade no acesso, de continuidade e qualidade do serviço e de eficiência e equidade dos tarifários aplicados, constituindo assim um importante factor de equilíbrio social (ERSAR, 2010a).

O sector dos serviços de resíduos abrange a grande maioria das actividades económicas, com uma influência decisiva na qualidade de vida das populações. Com efeito, as actividades económicas são actualmente o grande motor da sociedade moderna e, por esse motivo, contribuem em grande parte para que, cada vez mais, se estabeleça uma relação estreita entre o consumo de matérias-primas e a produção de resíduos. De facto, a interacção entre os fluxos de entrada na economia (recursos) e os fluxos de saída (resíduos) dependem de variados factores como a estrutura da economia, a dimensão da população, os padrões de produção e consumo e os padrões de reutilização e reciclagem, factores esses que influenciarão o modo como evolui este ciclo de materiais (APA, 2011).

#### **2.3.4 Aspectos Económicos na Gestão de RSU**

Os esforços para cumprimento das metas definidas nas Directivas Comunitárias (com particular destaque para a Directiva "Aterros" e Directiva "Embalagens") que têm vindo a ser realizados ao nível dos sistemas de gestão de resíduos, obrigam a um reforço dos investimentos em infra-estruturas adequadas ao tratamento dos resíduos, que, muitas vezes, levam a um inevitável aumento ao nível dos custos da gestão municipal de resíduos.

Com efeito, em 2009, os Municípios, por administração directa, gastaram 631 milhões de euros em actividades relacionadas com a gestão e protecção do ambiente, mais 3% que em 2008, tendo mais de 3/4 desta verba sido gasta no domínio “Gestão de Resíduos” que ainda continua a reforçar a sua posição na estrutura da despesa dos municípios (INE, 2010).

No domínio “Gestão de Resíduos” cerca de metade foram gastos na “Aquisição de Bens e Serviços” e cerca de 1/3 nas “Despesas com o Pessoal”, ascendendo a 380 milhões de euros, no seu conjunto, e representando mais de 79% do total da despesa (INE, 2010).

Por outro lado, as receitas dos municípios em ambiente (cerca de 1/3 da despesa) aumentaram 3%, fixando-se, em 2009, nos 195 milhões de euros, tendo o domínio “Gestão de Resíduos” contribuído com 92% do total, em resultado das verbas oriundas dos serviços de recolha de resíduos urbanos indiferenciados e de recolha selectiva (INE, 2010).

#### **2.3.4.1 Tarifários de RSU**

O estabelecimento de preços e tarifas em Portugal está intimamente relacionado com o modelo de gestão de resíduos em questão, sendo da responsabilidade da administração local a aprovação de sistemas tarifários propostos pelo Executivo Municipal ou pelo grupo de directores dos serviços semi-autónomos (Marques et al. 2010).

De acordo com Gonçalves (2010), a tarifa de resíduos urbanos é calculada, na maioria dos municípios, com base no consumo de água das famílias, podendo ser distinguidos três grupos de tarifas:

- Tarifa Fixa - tarifa cobrada de igual modo a cada tipo de consumidor consoante a existência ou não de um contador de abastecimento de água (representa 22% dos tarifários em Portugal);
- Tarifa Variável - tarifa indexada ao consumo de água, através da utilização de escalões de consumo (representa 24% dos tarifários em Portugal);
- Tarifa Fixa + Tarifa Variável - tarifa composta por uma componente fixa e uma variável de acordo com o consumo de água (representa 20% dos tarifários).

Os esquemas tradicionais para financiamento dos serviços de gestão de resíduos baseiam-se muitas vezes numa tarifa que não está de modo algum relacionada com a utilização desses serviços, verificando-se, na maior parte dos casos, a manutenção de

preços artificialmente baixos. Este facto leva a um inevitável impedimento na prossecução da sustentabilidade económico-financeira dos sistemas de gestão de resíduos, além de contribuir para a transmissão de sinais errados ao mercado, que, por sua vez, não incentivam ao consumo eficiente dos recursos (IRAR, 2009).

A actual evolução do sector dos serviços de gestão de resíduos determina a introdução de tarifários que traduzam correctamente os custos de gestão destes serviços junto dos utilizadores finais. De acordo com a Recomendação IRAR n.º1/2009, os tarifários dos serviços de resíduos devem obedecer às orientações preconizadas na Lei de Bases do Ambiente e no Regime Geral da Gestão de Resíduos, devendo respeitar determinados princípios como o da recuperação de custos, da prevenção e valorização, princípio da defesa dos interesses dos utilizadores e princípio da acessibilidade económica.

### **3. Modelo *Pay-As-You-Throw* (PAYT)**

#### **3.1 Enquadramento Teórico**

O modelo Pay-as-you-throw pode ser considerado uma estratégia na qual é fornecido um sinal económico aos indivíduos para que esses reduzam a quantidade de resíduos que colocam para recolha (Skumatz, 2008).

Os sistemas PAYT baseiam-se na aplicação conjunta de dois princípios que regem a política ambiental: o princípio do poluidor-pagador (PPP) e o conceito de responsabilidade partilhada. Os dois princípios assumem que os cidadãos são identificados como actores envolvidos na cadeia de actividades (produção, distribuição, comercialização, consumo) que levam à produção de resíduos urbanos, e que devem pagar os custos correspondentes à sua parte de responsabilidade na cadeia de consumo (Batllell e Hanf 2008).

Os princípios do PAYT baseiam-se então em três principais factores: na identificação do produtor de resíduos com o fim de estabelecer uma cobrança directa; na medição da quantidade de resíduos produzidos ou serviços aproveitados, e num modelo de preço unitário para cobrança individual de acordo com o serviço fornecido ou requisitado (Bilitewski, 2008).

Contrariamente a um sistema de tarifa de resíduos em que os serviços de recolha são facturados sob a forma de uma taxa fixa e/ou associada a determinados factores (como o número de residentes do domicílio, consumo de água, água residual ou electricidade), os domicílios abrangidos com um sistema PAYT são facturados através de um sistema de tarifa variável, dependente da quantidade de resíduos produzidos e do serviço de recolha correspondente (Batllell e Hanf 2008).

De acordo com Bilitewski e Habil (2008), a aplicação de sistemas de preço unitários distingue entre colaboradores num sistema de recolha selectiva e não colaboradores (ou os denominados *free-riders*) que têm o seu comportamento subsidiado num sistema de

tarifa fixa. Enquanto que no âmbito de sistema de tarifa fixa todos os cidadãos pagam o mesmo independentemente da quantidade de resíduos que produz, num sistema de tarifa variável os indivíduos que produzem menos resíduos pagam menos.

Este modelo é então considerado um incentivo económico na medida em que estabelece uma ligação entre o pagamento da tarifa de resíduos e a quantidade de resíduos produzidos, de forma a que a cobrança reflita a "quantidade de poluição" produzida por cada cidadão.

É portanto um modelo direccionado para a alteração do comportamento dos produtores de resíduos na medida em que aspira ao aumento da separação dos resíduos valorizáveis e à diminuição da fracção indiferenciada produzida por cada cidadão.

### **3.2 Enquadramento Legal**

As linhas orientadoras estratégicas preconizadas no PERSU II, nomeadamente as definidas no Eixo III relativo à Qualificação e Optimização da Gestão de Resíduos, vão de encontro aos objectivos inerentes a um modelo PAYT. Com efeito, estão preconizadas nesse eixo algumas linhas de actuação para a garantia da sustentabilidade dos sistemas de gestão de RSU que referem a necessidade de implementação de sistemas de tarifação com base nos princípios do PAYT, nomeadamente:

- Introdução no curto prazo de um sistema de tarifação e cobrança que se coadune com a necessidade de sustentabilidade económica dos Sistemas e dos Municípios e que, simultaneamente, se configure como uma solução de maior justiça e de equidade para os cidadãos;
- Realização de um estudo técnico e experiências piloto, para a implementação de sistemas de deposição de resíduos que permitam o pagamento da tarifa em função da produção, à luz do princípio do PAYT;

Constata-se assim que a legislação nacional já refere a necessidade de se desenvolverem novos modelos de cobrança de resíduos que vão de encontro aos objectivos de garantia da sustentabilidade dos sistemas de gestão de resíduos.

### **3.3 Tipos de Sistemas PAYT**

Os sistemas PAYT são flexíveis e podem ser implementados de diversas formas. Consideram-se normalmente cinco principais tipos de sistemas PAYT (Skumatz, 2008):

- **Sistemas de Contentor variável ou de subscrição de contentor** - nestes programas os clientes seleccionam o número ou tamanho apropriado do contentor que pretendem, sendo cobrados em função do volume e/ou número dos contentores que possuem;
- **Programas de sacos** - os clientes adquirem sacos com as cores correspondentes aos resíduos que aí pretendem depositar. O custo dos sacos incorpora o custo de recolha, transporte e deposição dos resíduos;
- **Programas de Etiquetas** - os clientes adquirem um autocolante específico para os resíduos que pretendem ver recolhidos e os mesmos devem estar visíveis ao pessoal de recolha para assinalar que o serviço de recolha foi pago;
- **Sistemas híbridos** - este programa é um híbrido do sistema actual de recolha com um sistema de incentivos. Nesta situação os clientes pagam a tarifa actual que lhes dá direito a depositar uma determinada quantidade de resíduos que, caso seja excedida, resultará num pagamento adicional;
- **Sistemas de pesagem** - estes sistemas funcionam com a utilização de veículos de recolha equipados com sistema de pesagem dos contentores recolhidos, sendo os clientes cobrados em função da quantidade pesada;

Cada sistema apresenta as suas vantagens e fraquezas, devendo ser sempre ponderada a sua implementação conforme as características de determinada comunidade.

### **3.4 Benefícios e Barreiras**

Skumatz (2008) reuniu e analisou dados relativos a centenas de comunidades com um modelo PAYT implementado, tendo identificado as seguintes vantagens associadas ao funcionamento desse modelo:

- **Equidade** - a este nível os programas PAYT são entendidos como justos uma vez que, ao contrário das tarifas com taxa fixa, os clientes que utilizam mais vezes o serviço pagam mais, assim como os que depositam aproximadamente a mesma quantidade de resíduos pagam aproximadamente o mesmo. Sondagens efectuadas após implementação destes programas demonstraram que entre 95%-98% dos domicílios preferem o modelo PAYT;
- **Sinal Económico** - o modelo PAYT fornece um sinal económico que leva à alteração de comportamento, permitindo que os cidadãos que depositam menos lixo poupem dinheiro em comparação com os que utilizam mais vezes o serviço;
- **Ausência de restrições** - um sistema PAYT não restringe as escolhas dos consumidores na medida em que não proíbe os mesmos de depositar resíduos adicionais mas aqueles que o pretendem fazer devem pagar mais por isso;
- **Eficiência** - a generalidade dos programas PAYT não é dispendiosa em termos de implementação e não requer veículos adicionais de recolha ou rotas. Este sistema ajuda a prevenir o sobre-uso dos serviços de resíduos e as taxas baseadas no volume encorajam os clientes a usar apenas o serviço que efectivamente necessitam;
- **Redução de resíduos** - uma das mais importantes e atractivas características do PAYT é que, ao contrário dos programas de reciclagem que apenas encorajam a esse comportamento, os sistemas PAYT beneficiam todo e qualquer comportamento (reciclagem, compostagem e redução na fonte) que reduza a quantidade de resíduos objecto de deposição;
- **Velocidade de implementação** - os programas PAYT podem ser muito rápidos a serem postos em prática, tendo-se verificado que numa comunidade a instalação de um PAYT demorou menos de três meses. No entanto, constatou-se que as questões políticas e legais são frequentemente o que mais atrasam estes projectos.
- **Flexibilidade** - os programas PAYT podem ser implementados de diversas formas em diferentes tipos de comunidades, com uma larga variedade de esquemas de recolha;
- **Benefícios ambientais** - estes programas são largamente benéficos em termos ambientais uma vez que, ao encorajarem o aumento da reciclagem e redução de resíduos, levam a uma diminuição das externalidades ambientais associadas, por

exemplo, à extracção de materiais, emissões de gases resultantes de deposição em aterros e uso de matérias virgens.

No entanto, foram também identificados algumas desvantagens decorrentes da implementação de programas PAYT. Skumatz (2008) considera as seguintes:

- **Deposição ilegal** - este aspecto foi considerado um problema em cerca de 20% das comunidades analisadas e uma situação significativa em 3%. No entanto, análises efectuadas à composição dos materiais depositados ilegalmente revelaram que apenas 15% desses materiais dizem respeito a resíduos domésticos e que os restantes são resíduos de grandes dimensões como electrodomésticos ou outros.
- **Preocupações com famílias numerosas ou pobres** - neste aspecto é importante separar as duas situações. As famílias numerosas pagam mais em mercearia, água e outros serviços que utilizam mais do que outras famílias, e o PAYT basicamente alarga esse aspecto ao serviço de resíduos. Para o caso de famílias com baixos rendimentos, as comunidades já oferecem reduções de custos para serviços essenciais como electricidade, água, etc, e esse tipo de descontos pode ser também alargado para o caso das tarifas de resíduos;
- **Incerteza de receitas**: este aspecto é mais complexo com a introdução dos modelos PAYT, ao contrário de um sistema de taxa fixa, uma vez que, não sendo possível estimar com certeza o número de vezes que as pessoas colocam à recolha os seus resíduos (seja em contentor, saco, depósito em contentor identificado, etc.), decorrente de um aumento tendencial da separação selectiva, será sempre mais complicado estimar as receitas provenientes de tal situação. As comunidades e gestores de resíduos aprenderam a ajustar as suas expectativas sobre o número de recolhas de forma a garantir a cobertura dos custos fixos de recolha de resíduos.
- **Encargos administrativos** - a este nível verificou-se que o nível de carga de trabalho administrativa necessária no funcionamento de um PAYT se manteve igual ou diminuiu nas comunidades. No entanto, durante a implementação do modelo verificou-se um



acréscimo a este nível, nomeadamente em termos de pessoal temporário, para atender às constantes chamadas telefónicas efectuadas por clientes abrangidos pelo programa;

- **Implementação e apoio político** - as comunidades notaram que conseguir a aprovação de programas PAYT é muitas vezes complicado. As questões de ordem política são a principal barreira enquanto que as de carácter técnico raramente o são. As comunidades sugerem que, após conseguir o apoio político para o PAYT, a questão mais importante a tratar seja o fornecimento de informação aos residentes, meios de comunicação e *stakeholders* sobre os motivos da modificação para um novo sistema.

### **3.5 Papel dos *Stakeholders***

A decisão de escolha por um determinado sistema PAYT está em grande parte dependente do grau de aceitação e tomada de decisão de um determinado grupo de *stakeholders* na sociedade. De facto, a identificação dos principais "decision makers" e a definição de um modelo PAYT que incorpore uma estrutura ponderada de todos os aspectos relevantes para esses é um ponto crucial para que um projecto deste âmbito seja aceite como um novo modelo de gestão de resíduos e que assim seja correctamente implementado e se desenvolva com o sucesso esperado.

Segundo Bilitewski (2003), os principais *stakeholders* que se podem identificar num determinado projecto PAYT podem ser: grupos legislativos (ex: políticos, ministros e *advisory boards*), ou seja, pessoas responsáveis pelo enquadramento legal e estrutural incluindo consultores e *lobbyistas* que possam contribuir para as suas decisões; gestores do sector de resíduos (ex: empresas de recolha de resíduos, empresas de reciclagem, gestores de aterros) e organizações ambientais.

Uma análise estatística relativa às questões/assuntos ligados ao modelo PAYT que mais preocupam os "decision makers" de diferentes países europeus revela que os mesmos atribuem uma prioridade mais elevada às questões de âmbito económico, seguida de aspectos ligados à implementação técnica e por último aspectos de âmbito político e legal (Bilitewski 2003). Existe de facto uma forte necessidade de considerar os aspectos

legais, as prioridades nacionais e as direcções estratégicas que fornecem o contexto para a introdução e implementação de tal sistema.

### **3.6 Estruturas Tarifárias sob o PAYT**

O desenvolvimento de modelos tarifários coerentes com a abordagem PAYT revelam-se de extrema importância para a prossecução dos objectivos inerentes a esse conceito. De facto, no sentido de se definir uma estrutura tarifária coerente e exequível é necessário compreender exactamente de que forma os custos estão envolvidos na gestão de RSU e a forma como os mesmos se relacionam entre si.

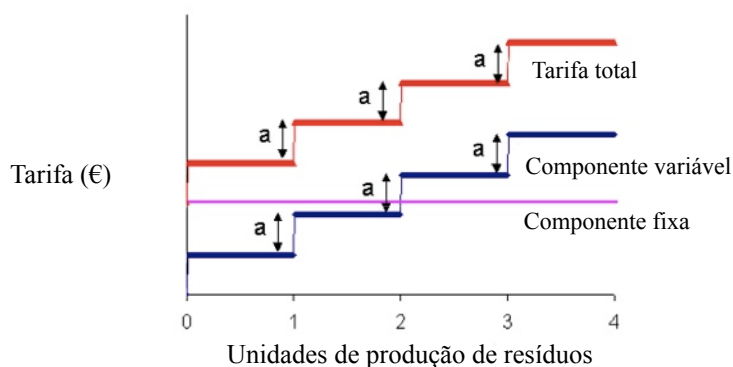
Segundo Bilitewski (2008) um sistema tarifário sob a abordagem PAYT deve-se aproximar o mais possível de um modelo de cobrança variável, dada a inelasticidade e incapacidade de um sistema de cobrança fixa prever com exactidão as despesas decorrentes com a gestão dos resíduos e, portanto, correndo o risco de não permitir o retorno do custos incorridos pela empresa gestora.

A determinação de uma estrutura tarifária deve ter como base a prossecução de determinados objectivos-chave como o aumento na separação, reciclagem e prevenção de resíduos, devendo-se reger por critérios e pré-requisitos determinantes para o seu correcto funcionamento. De acordo com Bilitewski (2008) esse critérios passam pela recuperação de custos, segregação de efeitos negativos, praticabilidade, equidade social, fiabilidade, aceitação, adaptação às estruturas locais, entre outros.

Segundo a EPA (2011), podem-se considerar três tipos de sistemas tarifários num programa PAYT: proporcional, taxa variável e taxa *multi-tiered*. O sistema proporcional cria a relação mais directa entre as quantidades de resíduos e o preço, cobrando aos residentes um preço por cada contentor que utilizam. O sistema com tarifa variável consiste na cobrança variável consoante as unidades produzidas, ou seja, os clientes pagam uma determinada quantia por subscrever um serviço e acima desse nível é cobrada uma taxa adicional. O sistema *multi-tiered* consiste na cobrança de uma tarifa

fixa e de uma variável em função da quantidade de resíduos produzidos, podendo ainda esta última ser do tipo proporcional ou variável.

De acordo com Bilitewski (2008), um sistema PAYT deve idealmente basear-se num modelo de cobrança com duas ou mais componentes, em que uma componente fixa é cobrada a cada domicílio de igual modo, permitindo a cobertura das despesas incorridas para funcionamento do sistema, e uma componente variável é cobrada adicionalmente conforme os serviços de recolha disponibilizados, actuando como um incentivo dinâmico para a redução da produção de resíduos. O gráfico 3.1 ilustra um exemplo de um sistema de cobrança de resíduos com duas componentes.



**Gráfico 3.1** - Modelo de cobrança com duas componentes com variabilidade de tarifas de acordo com o tamanho (volume) do receptáculo usado para recolha de resíduos. As unidades de produção referem-se ao número de contentores (ou sacos) (adaptado de Bilitewski 2008)

Sob a abordagem PAYT é possível criar uma base de contabilidade que permite a definição de tarifas de forma a cobrir a proporção dos custos de gestão de resíduos correspondentes às quantidades produzidas por cada cidadão. Além disso, sob este modelo, é possível a introdução de incentivos económicos que induzam ao aumento da separação selectiva de resíduos, como por exemplo:

- O incentivo de não cobrança dos resíduos recicláveis produzidos (incentivo adoptado neste projecto);
- O incentivo de não cobrança dos resíduos recicláveis e atribuição de cheques-desconto conforme a produção desses resíduos (este incentivo é visível no projecto *RecycleBank*,

que será abordado mais à frente, apesar de só ser possível com a introdução de um sistema PAYT baseado na pesagem de resíduos);

- O incentivo de cobrança dos resíduos recicláveis na componente variável da tarifa de resíduos mas com a inclusão de um "coeficiente de reciclagem" cujo valor, definido consoante um intervalo de produção de resíduos, permita uma redução do valor da componente variável (a aplicação deste incentivo é conhecida em casos de sistemas PAYT sob pesagem).

### **3.7 Casos de aplicação**

Verifica-se actualmente uma grande difusão da aplicação de modelos PAYT a sistemas de gestão de RSU por todo o Mundo, implementados ou em fase de projecto-piloto. Assim, atendendo ao grande número de casos existentes, irá apenas apresentar-se, a título de exemplo, alguns dos casos mais exemplificativos de aplicação desse modelo.

Os EUA, tendo sido um dos primeiros países a implementar o PAYT, apresentam actualmente uma grande difusão desse modelo em grande parte do seu território. Em 2006 existiam aproximadamente 7100 comunidades PAYT, que representam 26% do total das comunidades. Segundo Kelleher et al. (2005), os programas PAYT nos EUA resultaram, no global, numa redução de resíduos domésticos entre 9-38% e num aumento da separação selectiva entre 6-40%.

De acordo com Bilitewski e Habil (2008), a cidade de Dresden na Saxónia (Alemanha) foi a primeira localidade ao nível Europeu a estabelecer um sistema PAYT baseado na identificação e cobrança electrónicas para a facturação de tarifas de RSU.

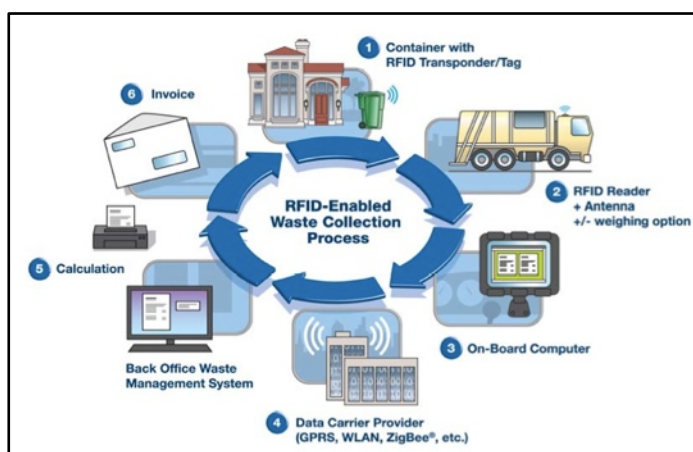
Diversos estudos que comparam situações de implementação do modelo PAYT em diferentes municípios Europeus revelam um aumento da separação selectiva na fonte de 70% ou mais (Reichenbach, 2008).

No Anexo B deste relatório apresenta-se um resumo dos casos Europeus de aplicação do modelo PAYT.

## 4. Tecnologia Radio Frequency Identification (RFID)

### 4.1 Enquadramento Teórico

A *Identificação Automática* ou Auto-ID representa uma ampla gama de tecnologias que são usadas para ajudar máquinas a identificar objectos, seres humanos ou animais. É um meio de identificar itens e reunir dados sobre os mesmos sem necessidade de intervenção humana ou inserção de dados (Wyld, 2010).



**Figura 4.1** - Exemplo de um processo de recolha de resíduos com a tecnologia RFID (Wyatt, 2008)

A investigação em tecnologias RFID foca-se numa grande variedade de projectos financiados pela União Europeia, inseridos na área de Tecnologias de Informação e Comunicação. Além das questões de investigação, estes projectos são também muito relevantes para a política Europeia no que diz respeito a áreas como a protecção de dados, interoperabilidade e a exigência de espectro de radiofrequências (European Comission, 2007a).

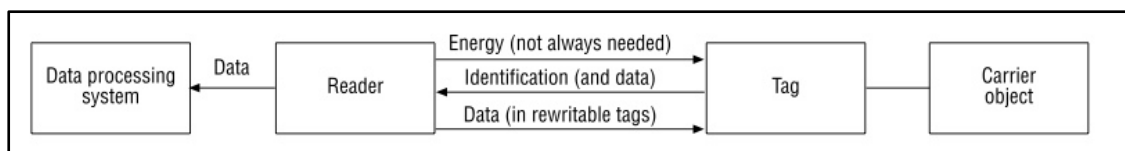
### 4.2 Estado da Arte

Os sistemas RFID não são de todo uma nova tecnologia, apesar de nos últimos anos existir um interesse acrescido neste tipo de sistema. De facto, este sistema existe há mais de 50 anos, remontando ao desenvolvimento do radar durante a II Guerra Mundial (OECD, 2008).

As primeiras aplicações comerciais emergiram nos anos 60 e 70 sob a forma de equipamentos EAS (Electronic Article Surveillance) que preveniam o roubo de bens nos pontos de venda, sendo este período caracterizado por grandes desenvolvimentos da tecnologia RFID, nomeadamente em detecção animal, rastreamento de veículos, chaves para carros e outros processos de automação em instalações de produção. (OECD, 2008)

### 4.3 Bases Técnicas

Um sistema RFID comum é composto por três componentes básicos: a etiqueta (*tag*), o leitor e o *middleware* (*hardware e software*). A etiqueta identifica unicamente o item ao qual está anexada e comunica com o leitor via sinais rádio. Este componente permite que o operador monitorize e controle o número de vezes que o contentor é colocado para recolha bem como o peso do seu conteúdo. Por sua vez, o leitor converte os sinais rádio em dados que podem passar pelo middleware (que determina o que faz esse sistema específico de RFID) para executar futuras acções, baseadas na informação identificada (European Commission, 2007b).



**Figura 4.2** - Componentes de um sistema RFID (Panizza et al. 2010)

Cada etiqueta (com uma codificação específica) consiste num circuito integrado de um *microchip* (com ou sem alimentação) e de uma antena, actuando esta última como um canal de comunicação entre a etiqueta e o leitor (Abdoli, S. 2009).

As etiquetas de baixa frequência são as mais usadas na gestão de Resíduos Sólidos Urbanos (RSU) e consistem num leitor, antena e etiqueta passiva de baixa frequência. As etiquetas semi-passivas têm baterias incluídas e não necessitam de energia do campo do leitor para alimentar o microchip. Isto permite que os mesmos funcionem com

menores níveis de sinal energético e que actuem a maiores distâncias (European Commission 2007b).

#### **4.4 Enquadramento num modelo PAYT para a Gestão de RSU**

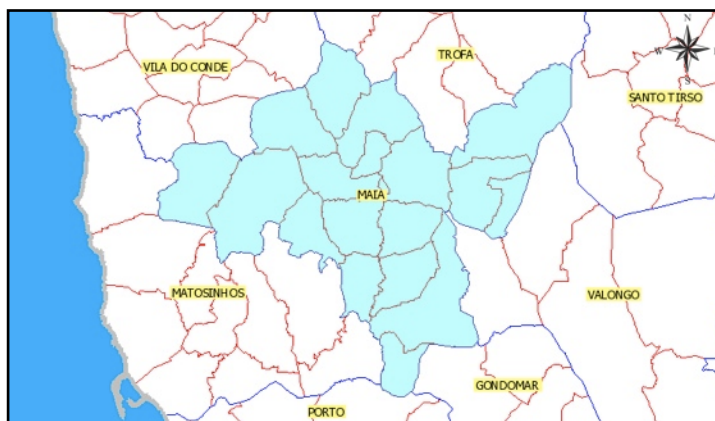
A tecnologia RFID está a ser introduzida na indústria de gestão de resíduos, tornando exequível o modelo PAYT. De facto, esta tecnologia oferece às comunidades uma oportunidade para se tornarem mais ambientalmente responsáveis: permite efectivamente estabelecer uma ligação entre o que está a ser reduzido em termos de resíduos e os esforços que estão a ser feitos para reciclar. É também um sistema prático e automático de otimizar um sistema de recolha de RSU no âmbito de um programa PAYT.

A introdução da tecnologia RFID permite então introduzir um tipo de incentivo económico como o incentivo à reciclagem. De facto, os incentivos directos para reciclar, através da poupança de custos, são um dos principais *drivers* à mudança de atitudes e comportamentos, podendo ser implementados em aplicações domésticas através de um programa PAYT. Um exemplo de incentivo económico que tem sido introduzido em modelos de gestão de resíduos que funcionam com tecnologia RFID nos EUA é o "RecycleBank", um programa de incentivo à reciclagem doméstica que fornece recompensas financeiras aos residentes com base na quantidade de material que os mesmos reciclam. Este programa é possível graças à tecnologia RFID que permite identificar e pesar cada contentor de recicláveis de cada domicílio e assim atribuir pontos com base no peso do material reciclado - estes pontos são transformados em "RecycleBank dollars" ou cupões de desconto para utilizar no comércio local ou nacional (GT Environmental, Inc. 2010).

## **5. Introdução à Área de Estudo**

### **5.1 Breve Apresentação do Município da Maia**

A cidade da Maia localiza-se no distrito do Porto, Região Norte e sub-região do Grande Porto, pertencendo à Grande Área Metropolitana do Porto (GAMP)<sup>5</sup>, a segunda maior aglomeração urbana de Portugal.



**Figura 5.1** - Enquadramento Regional do Município da Maia (Imagem à escala 1:130000; Fonte: INE 2011a)

A cidade da Maia é sede de um Município subdividido em 17 freguesias e compreende uma área total de 83,7 km<sup>2</sup>. Estima-se que existam 26.835 edifícios, num total de 59.687 alojamentos, o que perfaz uma média de 2 alojamentos por edifícios. No que diz respeito às dinâmicas demográficas, estima-se que a população residente em 2011 esteja na ordem dos 135.049 habitantes e que a maior percentagem desse valor (52%) corresponda a uma população residente do sexo feminino (INE, 2011b)

### **5.2 Situação Actual do Município da Maia**

#### **5.2.1 Caracterização do Sistema de Gestão de RSU**

A gestão do sistema de resíduos sólidos é definida, de acordo com o n.º 2 do art.º 3 do Regulamento de Resíduos Sólidos do Concelho da Maia, como "o conjunto de actividades de carácter técnico, administrativo e financeiro necessárias à deposição,

<sup>5</sup> Constituem actualmente a Grande Área Metropolitana do Porto 16 Municípios: Arouca, Espinho, Gondomar, Maia, Matosinhos, Oliveira de Azeméis, Porto, Póvoa de Varzim, Santa Maria da Feira, Santo Tirso, São João da Madeira, Trofa, Vale de Cambra, Valongo, Vila do Conde e Vila Nova de Gaia.



recolha, transporte, tratamento, valorização e eliminação dos resíduos, incluindo o planeamento e a fiscalização dessas operações, bem como a monitorização dos locais de destino final, depois de se proceder ao seu encerramento."

A gestão de resíduos sólidos urbanos (RSU) do concelho da Maia está, desde o ano de 2004, a cargo da Empresa Municipal do Ambiente - Maiambiente, E.E.M., que tem como responsabilidade a recolha de resíduos sólidos urbanos e equiparados a urbanos, a recolha selectiva de materiais recicláveis e a manutenção da higiene e limpeza dos locais públicos no Concelho da Maia. (Maiadigital, 2011)

#### **5.2.1.1 Gestão de Resíduos Indiferenciados**

A recolha de resíduos indiferenciados inclui a prestação de serviços a clientes residenciais, empresariais e institucionais, e encontra-se dividida em serviços de recolha porta-a-porta (PaP) e recolha por contentores de proximidade, os vulgo "molok". A última opção existe apenas quando não é possível a recolha PaP, o que decorre principalmente da elevada densidade populacional da área abrangida (Maiambiente, 2010).

O serviço de recolha PaP possui circuitos dedicados a clientes residenciais e empresariais (comércio/serviços), organizados do modo como está apresentado no quadro C.1 do Anexo C.

Por sua vez, os serviços de recolha de molok são organizados em função da taxa de utilização dos equipamentos e da sua localização geográfica, sendo que a frequência de recolha varia entre trissemanal e diária. A recolha de indiferenciados em compartimentos de lixo é efectuada três vezes por semana num total de dois circuitos. (Maiambiente, 2010)

Os resíduos recolhidos neste serviço são encaminhados para a Central de Valorização Energética da Lipor II, onde são incinerados, valorizando-se através da produção de energia eléctrica.

#### **5.2.1.2 Gestão de Resíduos Recicláveis**

Ao nível da recolha selectiva são efectuadas prestações de serviços a clientes residenciais, empresariais (indústria, comércio e serviços) e institucionais (escolas e juntas de freguesia) sendo que os serviços de recolha encontram-se divididos em serviços de recolha porta-a-porta, recolha em ecopontos, compartimentos de lixo e serviços complementares.

O serviço de recolha porta-a-porta possui circuitos dedicados a clientes residenciais, empresariais e restauração, organizados do modo como está apresentado no quadro C.2 do Anexo C.

A entidade gestora Maiambiente, E.E.M. dispõe ainda de serviços complementares gratuitos de recolha selectiva, conforme solicitação do cliente: o serviço "Emlinha - Serviço de recolha porta-a-porta" procede à recolha de REEE (resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos), objectos volumosos (monstros) e resíduos de jardim em habitações unifamiliares ou multifamiliares em todo o Município.

A recolha selectiva em compartimentos de lixo é efectuada uma vez por semana num total de cinco circuitos para papel e embalagens e a recolha de vidro possui uma frequência quinzenal num total de 7 circuitos. É também efectuada recolha selectiva em cemitérios duas vezes por semana, com um circuito dedicado a esse efeito. A recolha selectiva em ecopontos é efectuada seis vezes por semana num total de 4 circuitos.

Os resíduos recolhidos neste serviço seguem para a central de triagem da Lipor I, sendo posteriormente encaminhados para reciclagem.

### **5.2.1.3 Sistema de deposição e armazenamento de RSU**

De acordo com o artigo 8º da Subsecção I, Secção I, Capítulo IV do Regulamento de Resíduos Sólidos, define-se sistema de deposição e armazenamento como "o conjunto de infra-estruturas destinadas ao armazenamento de resíduos no local de produção."

A deposição indiferenciada dos RSU é efectuada utilizando os seguintes equipamentos:

- Contentores normalizados, com capacidade de 90 litros, 120 litros, 240 litros e 800 litros em áreas abrangidas pela recolha PaP;
- Recipientes de papel ou plástico nas áreas ainda não abrangidas pela recolha PaP;
- Contentores de 800 l, 1100 l colocados em locais específicos na via pública;
- Contentores em profundidade com capacidade de 3000 l e 5000 l colocados em determinadas áreas do Município (vulgarmente designados molok);
- Sacos normalizados de 40 l, 75 l em unidades comerciais e de serviços nas áreas de recolha PaP.

A deposição selectiva de RSU é efectuada utilizando os seguintes equipamentos:

- Vidrões, colocados na via pública, para deposição selectiva de vidro, com capacidade de 1,5 m<sup>3</sup> e 2,5 m<sup>3</sup>;
- Contentores dos Ecopontos, colocados na via pública, para deposição selectiva de vidro, papel/cartão e embalagens, com capacidades de 2,5 m<sup>3</sup> e 3,0 m<sup>3</sup>;
- Contentores dos Ecopontos, instalados nos estabelecimentos de ensino, com capacidades unitárias de 120 litros ou 240 litros e multi-compartimentados;
- Cestos de 35 litros e contentores com capacidades de 90 litros, 120 litros, 240 litros e 800 litros nas áreas abrangidas pela recolha selectiva PaP.

Consideram-se ainda, para efeitos de deposição selectiva, os ecocentros existentes no Concelho. Esses compreendem uma área vigiada, dedicada à recepção de resíduos para reciclagem com um volume de contentorização superior aos ecopontos. Existem 5

ecocentros no Município da Maia: Avioso (S.Maria), Moreira, Águas Santas, Nogueira e Folgosa.

### 5.2.2 Tarifa de Resíduos Sólidos Urbanos (TRSU)

A tarifa de resíduos urbanos aplicada actualmente é constituída por uma componente fixa, destinada a cobrir os custos decorrentes da disponibilidade do serviço, e por uma componente variável, indexada ao consumo de água. No quadro C.3 do Anexo C apresentam-se os valores em vigor para o ano de 2011.

### 5.3 Apresentação da Zona Piloto

A zona piloto para implementação do projecto corresponde à área já delimitada por Vaz (2009) aquando de um estudo realizado sobre a mesma. Optou-se por partir dessa base uma vez que, como foi já referido no ponto 1.2, foram realizados estudos concretos sobre essa área que permitiram uma análise mais aprofundada de variados factores decisivos à implementação de um projecto PAYT. Além disso, devido às características homogéneas da área em estudo, a mesma tem sido alvo de projectos iniciados pela Maiambiente, EEM, como é exemplo o projecto "Contentorização Global", que teve como objectivo a distribuição, em todo o Município, de contentores para deposição de resíduos indiferenciados, em detrimento da utilização dos vulgares sacos de lixo. A figura 5.2 apresenta a delimitação da zona piloto no contexto do Município da Maia.



**Figura 5.2 -** Localização geográfica da zona piloto (Fonte: Vaz, 2009)

Segundo Vaz (2009), a justificação da escolha desta área piloto pauta-se pelos seguintes motivos:

- Ser uma área que permite a atribuição de um circuito de recolha dedicado única e exclusivamente à mesma;
- Existência de homogeneidade morfológica;
- Existência de equipamentos previamente distribuídos;
- Isolamento da área em relação a possíveis locais de deposição colectiva pública;
- Ser uma zona única;
- Nível de educação da população;
- Densidade populacional do local.

A zona delimitada denomina-se "Urbanização do Lidador" e possui 0,90 km<sup>2</sup> divididos entre as freguesias de Vila Nova da Telha e Moreira (sendo que a primeira representa a maior parte desta zona). De acordo com Vaz (2009), esta área é limitada a Noroeste por terrenos de cultivo, a Nordeste pela fronteira administrativa entre o Concelho da Maia e o de Vila de Conde, a Sul e a Sudeste pela Rua Cruz das Guardieiras (Freguesia de Moreira) e a Oeste pela linha de Metro. Trata-se de uma zona maioritariamente habitacional, contabilizando-se 55 espaços dedicados a comércio e serviços<sup>6</sup> para um total de 1298 habitações. Não se verifica nenhuma actividade industrial nesta área.

Segundo França (2009) o número total de habitantes em 2009 na zona piloto seria de 3476.

### **5.3.1 Actual Sistema de Gestão de RSU**

O actual serviço de gestão de RSU na zona piloto do Lidador funciona de acordo com os moldes definidos para as zonas "fora da cidade", já apresentados nos quadros C.1 e C.2 do Anexo C.

Relativamente aos equipamentos de deposição, a área de estudo está equipada com:

- 1 Molok de 5m<sup>3</sup> para deposição de resíduos indiferenciados;

---

<sup>6</sup> Este número resulta de um levantamento no local, decorrente da realização de inquéritos que serão abordados mais adiante neste relatório.

- 9 Ecopontos de 3 x 2,5 m<sup>3</sup> para deposição de resíduos recicláveis (papel, embalagens e vidro) (Ver figura C.1 no Anexo C);
- 7 pilhões;
- Contentores para resíduos indiferenciados (800 l) e recicláveis (240 l) em compartimentos de lixo nas casas do lixo de três das quatro habitações em altura existentes na zona piloto<sup>7</sup>;
- Contentores individuais (de 90 l e 240 l) com identificador electrónico<sup>8</sup> para deposição de resíduos indiferenciados na maioria das habitações unifamiliares e algum comércio e serviços<sup>9</sup>;

No que diz respeito aos circuitos de recolha, a área de estudo é actualmente coberta pelos seguintes:

- Circuito de recolha PaP de resíduos indiferenciados, denominado "circuito dedicado do Lidador" - circuito N11, que procede, numa frequência de 3x/semana (3<sup>a</sup>, 5<sup>a</sup> e sábado), à recolha desses resíduos em contentores individuais de 90 e 240 l e em contentores em compartimentos do lixo (Ver figura C.2 no Anexo C);
- Circuito de recolha do único molok existente na zona piloto (este circuito engloba também a recolha de mais 45 molok fora da zona piloto);
- Circuito PaP de recolha de resíduos recicláveis em compartimentos do lixo (este circuito engloba a recolha a 79 compartimentos);
- A recolha de resíduos recicláveis em ecopontos não possui um circuito dedicado, sendo a sua recolha da competência da empresa CESP Portugal, S.A., subcontratada pela Maiambiente, EEM.

---

<sup>7</sup> O único edifício em altura sem casa do lixo, localizado na Rua 6, utiliza o molok para deposição dos resíduos indiferenciados.

<sup>8</sup> A zona piloto foi alvo de um pré-teste ao projecto que se apresenta neste relatório, que envolveu a instalação de identificadores electrónicos nos contentores já existentes na zona, resultantes do projecto "Contentorização Global".

<sup>9</sup> Dos 55 espaços dedicados a comércio e serviços, estima-se que cerca de 20 estão equipados com o contentor de indiferenciados, com serviço de recolha PaP, por se encontrarem dentro do circuito N11.

### **5.3.2 Caracterização e Quantificação de RSU**

O processo de caracterização dos resíduos produzidos por uma determinada comunidade é um factor a ter em consideração quando se pondera a implementação de um modelo de gestão como o que se pretende implementar. Na verdade, através de uma caracterização de resíduos torna-se possível inferir sobre os comportamentos e hábitos de determinada comunidade face à gestão dos seus resíduos, o que permite uma avaliação mais realista da situação em que se encontram.

De acordo com um estudo realizado por França (2009) relativo à caracterização qualitativa de RSU na zona piloto, foi possível concluir que a fracção mais significativa de resíduos indiferenciados diz respeito à fracção orgânica (57,25%). Importa também salientar o facto de que cerca de 20% dos resíduos indiferenciados recolhidos dizem respeito à presença de resíduos recicláveis, nomeadamente papel e cartão (7,99%), plásticos (7,05%) e vidro (5,35%). Contam-se ainda a presença de elementos finos (<20mm), têxteis e compósitos.

A figura D.1 do Anexo D apresenta os resultados de França (2009) relativos ao primeiro nível de desagregação dos resíduos.

Da fracção significativa de resíduos orgânicos (putrescíveis) presentes na amostra caracterizada verifica-se que os resíduos verdes (de jardim) contribuem com a maior percentagem - 60% - enquanto que os resíduos alimentares constituem os restantes 40% da amostra.

Em termos quantitativos, França (2009) estima que as produções de RSU indiferenciados (provenientes do circuito N11 e molok) e recicláveis (provenientes dos ecopontos e compartimentos do lixo), em 2009, para a zona piloto sejam as constantes do quadro 5.1.

Tipo de Resíduos		Produção Anual (kg)			Capitação (kg/hab.ano)
Indiferenciados		1,350.434			389
Recicláveis		Ecopontos	Compartimentos do lixo	Total	
	Papel/Cartão	44.298	54.119	98.417	28
	Embalagens	26.877	19.209	46.086	13
	Vidro	138.866	14.460	153.326	44

**Quadro 5.1** - Produção estimada de RSU indiferenciados e recicláveis em 2009 na zona piloto (França 2009)

### 5.3.3 Caracterização Territorial

A análise de aspectos territoriais revela-se um ponto determinante para uma análise coerente da implementação de um qualquer modelo PAYT. De facto, o entendimento da influência de determinados factores é crucial num projecto deste tipo uma vez que permite, a-priori, a identificação de situações favoráveis e desfavoráveis à implementação de um modelo PAYT.

A caracterização da situação territorial que aqui será resumidamente apresentada resulta das conclusões de um estudo realizado por Vaz (2009) relativo à zona piloto do Lidador bem como de alguns dados obtidos em visita ao terreno.

De acordo com Vaz (2009) podem-se considerar dois principais tipos de estruturas urbanas na zona piloto: habitação unifamiliar e habitação colectiva em altura. A primeira corresponde ao que vulgarmente se designa por moradia, incluindo também nesta situação as habitações bifamiliares (habitações em que numa mesma moradia habitam duas famílias, em pisos independentes, mas com jardim comum). A habitação colectiva em altura diz respeito aos edifícios com vários pisos e diversos alojamentos de famílias diferentes, considerando-se ainda três diferentes tipologias neste caso: habitação colectiva em altura com serviços, habitação colectiva em altura e edifícios de habitação social. As figuras E.1, E.2, E.3 e E.4 do Anexo E apresentam exemplos das principais tipologias habitacionais na zona piloto.



No que diz respeito à análise territorial Vaz (2009) constatou o seguinte:

- A área de estudo não favorece a migração de resíduos para outros contentores públicos uma vez que é uma zona bem delimitada e isolada (devido às poucas ligações viárias);
- Os perfis de via são bastante heterogéneos: existem zonas espaçosas que não oferecem obstáculos à passagem de veículos de recolha bem como à colocação de contentores individuais nos passeios; por outro lado existem também alguns locais onde as vias e passeios são estreitos, tornando mais complicada a passagem dos veículos de recolha e a colocação de contentores;
- A tipologia predominante na zona piloto é a habitação unifamiliar, existindo também 4 zonas com edifícios habitacionais em altura - duas zonas podem ser classificadas como zonas de densidade média e as outras como zonas de densidade elevada (Anexo F, figura F.1);
- A deposição ilegal é uma situação já existente na zona piloto, sendo mais propícia nas zonas limítrofes (Anexo F, figura F.2)

#### **5.3.4 Caracterização Sócio-Económica: Realização de Inquéritos**

Optou-se por realizar inquéritos à população abrangida pela zona piloto como forma de melhor caracterizar a situação sócio-económica dessa zona de estudo.

##### **5.3.4.1 Desenho dos Inquéritos**

Os inquéritos foram desenvolvidos com a colaboração da equipa técnica da Lipor responsável pelo projecto que se descreve neste relatório. Para a elaboração dos inquéritos procedeu-se à análise de outros já desenvolvidos em trabalhos de dissertação para a zona de estudo do Lidador, nomeadamente de França (2009) e Vaz (2009), procurando-se cruzar as questões que pretendíamos inquirir com algumas já definidas por essas autoras.

Foram assim construídos três tipos de questionários, adaptados à realidade em estudo, para habitações unifamiliares (ver Anexo G1), multifamiliares (ver Anexo G2) e

comércio/serviços (ver Anexo G3), com o objectivo de estudar os hábitos e padrões relativos à gestão e produção de resíduos na zona do Lidador.

Os inquéritos foram divididos em três partes: uma primeira parte respeitante ao perfil sócio-demográfico de cada inquirido, uma segunda parte relativa à caracterização da situação actual e dos hábitos de gestão de resíduos, e uma última secção referente à caracterização dos hábitos de produção, interesse e conhecimento.

#### **5.3.4.2 Método de Amostragem**

A realização e análise de resultados dos inquéritos ficou a cargo da empresa *Vatten*, contratada pela Lipor para este efeito, tendo ficado encarregue de realizar os mesmos num modo de inquirição porta-a-porta a todas as habitações uni/bifamiliares, habitações multifamiliares e comércio e serviços existentes na zona piloto do Lidador.

Pretendeu-se inquirir um universo de 1353 habitações e comércio/serviços entre os dias 5 e 22 de Julho de 2011.

#### **5.3.4.3 Resultados dos inquéritos**

De um universo de 1353 habitações e comércio/serviços<sup>10</sup> inquiridos resultou uma amostra total de 489 inquéritos respondidos, correspondente a 36% do universo. Deste resultado, 43 inquéritos são referentes ao comércio/serviços, 76 inquéritos são referentes às habitações multifamiliares e 368 resultam nos inquéritos obtidos às habitações unifamiliares. Foi ainda considerado um intervalo de confiança de  $\pm 2,5\%$  do valor total em cada parte, como indicado pela *Vatten*.

Apresentam-se de seguida as principais conclusões obtidas para cada tipo de inquérito<sup>11</sup>.

---

<sup>10</sup> Do universo de 1353 habitações e comércio/serviços sabe-se que 55 correspondem ao comércio/serviços, 331 à habitações multifamiliares e 967 às habitações unifamiliares.

<sup>11</sup> Uma vez que os resultados obtidos para as habitações unifamiliares e multifamiliares apresentam algumas semelhanças optou-se por agregar as conclusões obtidas para esses casos.

### 1) Habitações Unifamiliares e Multifamiliares

- 85% dos inquiridos em habitações unifamiliares possuem o contentor para indiferenciados (de 90 l) distribuído pela Maiambiente;
- Cerca de 88% dos inquiridos (em unifamiliares) e 86% dos inquiridos (em multifamiliares) separam os resíduos, sendo que os que não separam indicam que é por não terem recolha selectiva porta-a-porta e ainda por falta de tempo;
- Os resíduos menos separados em ambos os tipos de habitação são os resíduos alimentares e óleos alimentares usados, na medida em que os inquiridos indicam que não separam porque não existe local para deposição e ainda porque não sabem como separar;
- Os resíduos alimentares são a tipologia produzida em maior quantidade em ambos os tipos de habitação;
- A maior parte dos inquiridos em habitações unifamiliares (86%) utiliza os três dias de recolha PaP para resíduos indiferenciados, enquanto que a maioria dos inquiridos nas habitações multifamiliares revela colocar todos os dias os seus resíduos nos contentores apropriados;
- Os inquiridos em ambos os tipos de habitação estão em geral Satisfeitos e Muito Satisfeitos com o actual sistema de recolha de resíduos;
- Um elevado número de inquiridos em ambos os tipos de habitação refere estar informado acerca da forma correcta de separar resíduos, no entanto não sabe quanto paga nem qual o custo por habitante associado à recolha e tratamento de resíduos;
- Os inquiridos em habitações unifamiliares estão na sua maioria (72%) interessados em obter recipientes para deposição de resíduos orgânicos e recicláveis com recolha porta-à-porta.
- Os inquiridos em ambos os tipos de habitação revelam interesse em praticar compostagem comunitária num local próximo da sua área de residência.

### 2) Comércio e Serviços

- A maioria do comércio/serviços inquirido (aproximadamente 35) não possui o contentor para deposição dos resíduos indiferenciados;

- Os resíduos mais separados são também os produzidos em maior quantidade e são o papel/cartão e embalagens. Os menos separados são os resíduos alimentares;
- A maioria do comércio/serviços inquirido revela estar satisfeito com o actual sistema de recolha de resíduos e cerca de 31 inquiridos revela que não sabe quanto paga pela tarifa de RSU.

Os resultados dos inquéritos revelam que no geral a população da zona piloto está satisfeita com o actual serviço de recolha de resíduos. Este facto poderá eventualmente colidir com a alteração que se pretende implementar com este projecto, nomeadamente ao nível da modificação das estruturas de deposição de resíduos e das frequências de recolha (aspectos abordados mais à frente neste relatório). Além disso, constata-se que a grande maioria dos inquiridos desconhece o valor pago pela actual tarifa de RSU, situação esta que poderá estar relacionada com o facto de este valor ser cobrado juntamente com a factura de consumo de água e podendo assim ser imperceptível ao consumidor. Verifica-se também que os residentes em habitações unifamiliares demonstram interesse na situação de recolha selectiva PaP, estando receptivos à situação de receberem contentores para deposição de resíduos recicláveis caso tenham esse serviço. Este facto revela-se muito importante para o desenvolvimento do projecto uma vez que uma das situações que se pretende implementar será a recolha PaP de resíduos recicláveis nesse tipo de habitações (aspecto que será abordado com maior pormenor mais à frente neste relatório).

### **5.3.5 Situação Económico-Financeira do Actual Sistema de Gestão de RSU**

Todas as informações e dados relativos à situação económico-financeira do actual sistema de gestão de RSU na zona piloto que aqui serão apresentados resultam de dados obtidos de um análise realizada por França (2009) relativamente a esse aspecto. Optou-se por considerar essas informações uma vez que, com este ponto, apenas se pretende apresentar a realidade actual<sup>12</sup> do modelo de gestão de resíduos que vigora no momento

---

<sup>12</sup> Apesar de a análise de França (2009) ter sido realizada em 2009 pressupõe-se que não existirão variações significativas na maioria das suas componentes.

em termos da sua relação custos/benefícios, não se justificando portanto uma nova elaboração desta análise para o ano corrente.

### Síntese de Custos

A síntese de custos apresentada no quadro H.1 do Anexo H discrimina algumas das rubricas de custos relacionadas com o funcionamento do actual sistema de gestão, nomeadamente a existência de equipamentos de deposição, a recolha dos mesmos e o destino conferido aos resíduos indiferenciados.

Relativamente aos custos decorrentes da existência de equipamentos de deposição na zona piloto foram considerados os seguintes custos anuais: custos de amortização dos equipamentos, custos de manutenção, de limpeza e custo associado a vandalismo.

Os custos relativos à recolha do molok e do circuito N11 incluem os encargos com as equipas de trabalho, os custos relativos à aquisição das viaturas de recolha e respectivas amortizações, custo de manutenção, custo de combustível e uma taxa de estrutura relacionada com custos não directos. Na rubrica dos custos relativos à recolha de recicláveis em ecopontos assumiu-se o valor de 84€/t para a sua remoção e transporte, sendo que no caso da recolha de recicláveis em compartimentos de lixo o custo é de 44€/t para a recolha de vidro e de 78€/t para a recolha de papel e embalagens. Por sua vez, o custo de entrega dos resíduos indiferenciados na Lipor tem um preço de 47,53€/t.

O custo relativo ao software está relacionado com a existência da identificação do produtor<sup>13</sup>, sendo o valor apresentado respeitante à sua amortização a 4 anos.

A gestão de resíduos da zona piloto apresenta um custo total, em 2009, de 135.527,00€, observando-se que a maior fatia dos custos diz respeito às despesas incorridas com a recolha de resíduos (49%) e com a entrega de resíduos indiferenciados na Lipor II (41%), sendo os encargos menos significativos os relacionados com a existência de equipamentos (10%).

---

<sup>13</sup> Como foi já referido na alínea 5.3.1 deste relatório, a zona piloto foi alvo de um pré-teste que passava pela instalação de identificadores electrónicos nos contentores já existentes.

### Síntese de Proveitos

França (2009) considera como proveitos do sistema de gestão de RSU os provenientes da TRSU e da venda de resíduos recicláveis aos retomadores. No entanto, considerando que a inclusão das receitas decorrentes da venda de material reciclável não representa a realidade dos proveitos obtidos pela entidade Maiambiente<sup>14</sup>, optou-se por não incluir essa rubrica nesta síntese de proveitos.

Assume-se que a zona piloto apresenta um consumo médio anual de água de 114 m<sup>3</sup> por habitação, correspondente a um total de 117 869 m<sup>3</sup>/ano, sendo assim estimadas as receitas da TRSU, para 2009, no valor de 58.953,00 €/ano. (França, 2009)

### Balanço Custos/Proveitos

Conclui-se assim que, analisando os custos e proveitos decorrentes do funcionamento do actual sistema de gestão, existe um défice de 76.574,00 €/ano, consequência do facto de a TRSU não cobrir todos os custos decorrentes da disponibilização do serviço de gestão de RSU.

---

<sup>14</sup> As receitas obtidas com a venda de material reciclável aos retomadores são segregadas pela Lipor uma vez que é esta a entidade que recebe e encaminha os resíduos para reciclagem.

## **6. Implementação da Tecnologia RFID na Zona Piloto**

A introdução da tecnologia RFID no sistema de gestão de resíduos implica que esteja previamente definido um modelo que suporte a sua incorporação, nomeadamente um que se baseie na abordagem PAYT e que, desse modo, permita a prossecução dos objectivos propostos. Nesse sentido, o modelo PAYT definido para funcionar na zona piloto é um que se baseia no volume de resíduos colocados à recolha, tendo em conta o volume do contentor ou tambor existente para o efeito. A identificação será feita a dois níveis, consoante a situação aplicável: identificação do contentor e identificação do utilizador. Mais adiante será descrito com maior pormenor a estrutura que se pretende introduzir nesta zona piloto.

### **6.1 Sistema RFID a implementar**

Até à data de conclusão deste relatório não foi efectuada a aquisição, por parte da Lipor, da tecnologia RFID que se descreve nas alíneas seguintes. No entanto, para efeitos do estudo que se apresenta, foi considerada a proposta fornecida pela empresa *Resopre*, representante da empresa Alemã *Envicomp*, pertencente ao Grupo *Plastic Omnium*. Nesse sentido, e de forma a traduzir uma maior coerência nas informações e dados que serão apresentados neste relatório, partiu-se do pressuposto de que a tecnologia a adoptar para o desenvolvimento do projecto será a fornecida pela empresa supramencionada.

Assim, e assumindo o pressuposto acima descrito, a tecnologia a implementar no projecto compreende um "Sistema de Identificação Envicomp ID com computador de bordo na cabine". Trata-se de um sistema avançado de hardware e software profissionais que permitem o fornecimento de informações precisas sobre a gestão dos resíduos urbanos. No ponto 6.2 será descrito em maior pormenor em que consiste este sistema.

#### **6.1.1 Justificação da escolha do sistema**

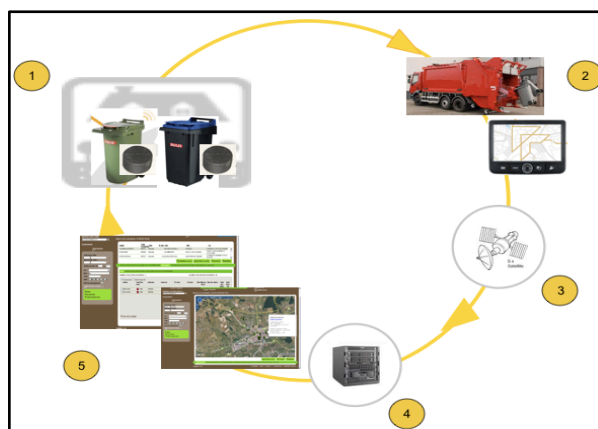
A decisão de escolha pela tecnologia fornecida pela empresa supramencionada justifica-se pelos seguintes motivos:

- Ser uma tecnologia que já se encontra implementada com sucesso em diversos países europeus, com uma expressão significativa na Alemanha, Holanda, Bélgica, Inglaterra e França;
- A empresa possuir um grande *know-how* de sistemas porta-a-porta e, portanto, experiência na implementação de soluções de acordo com essa realidade;
- Ser um conceito modular que permite a introdução e combinação de novos componentes num sistema já existente, como seja o caso, por exemplo, de um sistema de pesagem de contentores de RSU.

## 6.2 Características Técnicas do Sistema RFID

### 6.2.1 Descrição do Sistema

O modelo esquemático do sistema da *Resopre* encontra-se representado na figura 6.1, apresentando todas as etapas do seu funcionamento. O modelo inicia-se com a identificação dos contentores através de um *tag RFID* (1) que, no momento de recolha do contentor, é identificado por um leitor RFID existente no veículo de recolha e cuja informação fica armazenada no computador de bordo instalado no veículo (2). Posteriormente, toda a informação recebida pelo leitor do veículo é transferida como dado GPRS em tempo real (3) para uma plataforma de importação e hosting de dados (4) que permitirá, em *backoffice*, a gestão e tratamento da informação recepcionada (5).



**Figura 6.1** - Modelo de funcionamento do sistema RFID (dados fornecidos por Resopre)



O modelo acima descrito representa a solução encontrada para a situação dos resíduos indiferenciados e recicláveis das habitações uni/bifamiliares e algum comércio e serviços.

A solução encontrada para os resíduos indiferenciados e recicláveis das habitações em altura com e sem casa do lixo e comércio/serviços implica um sistema com um funcionamento diferente do apresentado. A identificação dos clientes nessas situações será realizada através da utilização de um cartão magnético (*smart-key*), pessoal e atribuído a todos os clientes. Para o caso dos resíduos indiferenciados das habitações em altura com casa do lixo, o sistema baseia-se na utilização de um contentor com tambor de identificação, cuja abertura, apenas por acesso com *smart-key*, permite a deposição de determinado volume de resíduos. O tambor de identificação permite o armazenamento e importação de dados relativos à utilização desse contentor que serão posteriormente geridos em backoffice. A solução para os resíduos recicláveis neste caso é idêntica à encontrada para as habitações unifamiliares.

Relativamente ao caso das habitações em altura sem casa do lixo, o sistema a utilizar para os resíduos indiferenciados e recicláveis diz respeito à utilização de moloks com tambor de identificação, cujo funcionamento é idêntico ao dos contentores de indiferenciados para a situação das habitações em altura com casa do lixo, acima mencionado.

O sistema a implementar no veículo piloto que efectuará a recolha no circuito N11 refere-se a um sistema de identificação com computador de bordo na cabine. Isto significa que, além de ser uma tecnologia que inclui funções associadas a um sistema de identificação básico (como a identificação de chips RFID, registo da recolha e posição GPS e comunicação GPRS), possui opções mais avançadas como: *backup* de dados a bordo, gestão de lista negra/branca, gestão de ordens, planeamento de rota com base nos arquivos de recolha e registo de dados da rota, comentários e outras informações relevantes.

### **6.2.2 Outras Funcionalidades do Sistema**

O sistema da *Resopre* inclui um serviço de alojamento de dados - "Web Customer Portal" - que permite efectuar diversas operações, desde a gestão de dados, gestão dos contentores e realização de estatísticas de gestão (este último com a opção de simular a facturação ao cliente).

A funcionalidade "EnviTour" é também um dos serviços disponíveis com o sistema da *Resopre*, caracterizando-se por ser um software de gestão de rotas, de frotas e *track&trace*. Permite assim a utilização dos dados recepcionados para efectuar as operações já mencionadas, bem como apresentá-las na cabine do condutor do veículo de recolha.

## **6.3 Reestruturação do Actual Modelo de Gestão**

Com a introdução de um novo modo de funcionamento da gestão de resíduos, neste caso com a implementação da tecnologia RFID nos meios afectos à gestão de resíduos na zona piloto do Lidador, revela-se necessário proceder a modificações a diversos níveis de actuação. Com efeito, para que um projecto deste âmbito se desenvolva correctamente é necessário atender a uma série de factores que serão cruciais no desenrolar do processo, como sejam aspectos de carácter técnico, social ou económico.

Sabendo que a implementação deste projecto tem como base um modelo PAYT, é necessário efectuar as devidas modificações de modo a tornar exequível a sua aplicação. Pretende-se introduzir um modelo de gestão que se baseia num conceito *pay-as-you-throw* por volume e, como tal, que permita a quantificação, ainda que estimada, da quantidade de resíduos indiferenciados e recicláveis produzidos por cada habitação.

### **6.3.1 Modificações ao nível de equipamentos de deposição**

Ao nível dos equipamentos de deposição existentes na zona piloto importa salientar o facto de, primeiramente, se proceder à remoção dos ecopontos existentes na área abrangida pelo perímetro em estudo, como forma de permitir um correcto desenvolvimento deste projecto piloto. Isto porque, sabendo que o projecto proposto se

baseia num modelo PAYT por volume, importa garantir que não existirá nessa zona nenhuma estrutura que permita a deposição não controlada de resíduos (recicláveis neste caso) e que, portanto, possa contribuir para um enviezamento dos resultados esperados quanto à produção desses resíduos.

Proceder-se-á a uma modificação estrutural dos equipamentos existentes (de modo a que o seu funcionamento torne possível a obtenção dos dados pretendidos) em todas as infraestruturas que usufruem do serviço de gestão de RSU sejam essas do tipo habitacional, comercial ou de serviços.

### Habitações Uni/Bifamiliares e Comércio/Serviços

Para a situação das habitações uni/bifamiliares e algum comércio e serviços, a reestruturação do actual modelo passará pela colocação de novos identificadores electrónicos<sup>15</sup> em cada contentor de 90 l para resíduos indiferenciados e na distribuição de três contentores de 140 l para resíduos recicláveis (papel, embalagens e vidro) com identificador electrónico incorporado.<sup>16</sup>

Em termos do número de unidades de equipamentos necessárias, e considerando que na zona piloto existem 967 habitações unifamiliares e 20 locais de comércio/serviço nesta situação, será então necessário fornecer 2961 contentores de 140 l para resíduos recicláveis e adquirir 3948 identificadores electrónicos para os respectivos contentores de recicláveis e indiferenciados. Na figura I.1 do Anexo I é possível ver um exemplo dos equipamentos a implementar para esta situação.

---

<sup>15</sup> Como foi referido anteriormente, estes contentores individuais já haviam sido distribuídos com um identificador electrónico em 2004. No entanto, e uma vez que se irá implementar um novo sistema, optou-se por adquirir novos chips de forma a eliminar possíveis erros decorrentes do uso dos antigos.

<sup>16</sup> Neste caso será ainda dada a opção pela utilização do molok ao invés desta situação, o que, no entanto, acarretará uma taxa relativa à smart-key (inexistente nos outros casos) uma vez que essa estrutura não havia sido pensada para utilização por parte dessas habitações unifamiliares e estará portanto a ser sobreutilizada.

### Habitações em altura com casa do lixo

Para o caso das habitações em altura com casa do lixo<sup>17</sup> proceder-se-á à remoção dos contentores de 800 l existentes para deposição de resíduos indiferenciados (uma vez que não permitem a integração da tecnologia RFID), sendo introduzidos contentores de 1.100 l com tambor de identificação incorporado. Uma vez que na zona piloto todas as habitações com casa do lixo possuem contentores para deposição de resíduos recicláveis, irá apenas proceder-se à colocação de identificadores electrónicos em cada um desses recipientes.

Será então necessário adquirir 6 contentores de 1.100 l (sendo que em princípio serão colocados dois desses em cada um dos três edifícios com casa do lixo existentes na zona), 6 tambores de identificação para cada um desses contentores, 200 *smart-key*<sup>18</sup> e 9 identificadores electrónicos (considerando que cada casa do lixo possui três contentores para recicláveis). Na figura I.2 do Anexo I é possível ver um exemplo dos equipamentos a implementar para esta situação.

### Habitações multifamiliares em altura sem casa do lixo e Comércio/Serviços

A modificação dos equipamentos de deposição utilizados pelas habitações em altura sem casa do lixo<sup>19</sup> e por grande parte do comércio e serviços<sup>20</sup> passa por incorporar um tambor de identificação no único molok existente na zona piloto (utilizado para deposição de resíduos indiferenciados), e pela introdução de uma "ilha" de três molok (também com tambor de identificação incorporado) para as fracções recicláveis.

---

<sup>17</sup> Das 331 habitações multifamiliares existentes nos 4 edifícios em altura na zona piloto, estima-se que cerca de 200 habitações utilizem casa do lixo do respectivo prédio.

<sup>18</sup> A solução encontrada para as habitações em altura (com e sem casa do lixo) e para o comércio/serviços requer a distribuição de chaves electrónicas (*smart keys*) que permitam aos utilizadores desbloquear o tambor de identificação e assim proceder à deposição dos respectivos resíduos.

<sup>19</sup> Das 331 habitações multifamiliares existentes nos 4 edifícios em altura na zona piloto, estima-se que cerca de 131 habitações utilizem o molok existente na via pública.

<sup>20</sup> Dos 55 espaços dedicados a comércio e serviços, estima-se que cerca de 35 utilizem o molok existente na via pública.

Será então necessário adquirir 2 molok de 4m<sup>3</sup> para papel/cartão e embalagens, 1 molok de 3 m<sup>3</sup> para vidro, 4 *wastelock* para os quatro molok e 166 smart-key. Na figura I.3 do Anexo I é possível ver um exemplo dos equipamentos a implementar para esta situação.

A reestruturação dos equipamentos de deposição pode então ser sumariada do modo como se apresenta no quadro I.1 do Anexo I.

### 6.3.2 Modificações ao nível do Sistema de Recolha

Proceder-se-á a uma alteração ao nível do sistema de recolha, nomeadamente no que diz respeito ao veículo utilizado para esse efeito e à organização da frequência de recolhas.

Ao nível do serviço de recolha efectuado na zona piloto irá proceder-se à modificação de um veículo de recolha (com as características já descritas no ponto 6.2.1 deste relatório) de forma a ser possível a sua afectação, durante o projecto piloto, à maioria dos serviços de recolha de resíduos nessa zona.

No que diz respeito às alterações nas frequências de recolha importa distinguir entre as recolhas ao nível das habitações unifamiliares, habitações colectivas e comércio/serviços. Relativamente à primeira situação, e tendo como base o objectivo de otimizar este serviço, a Maiambiente pretende reduzir a frequência da remoção da fracção indiferenciada no sistema de recolha PaP, libertando assim meios para a execução da recolha selectiva na origem. O quadro 6.1 apresenta um resumo das modificações a esse nível:

Tipo de Resíduos		Actual frequência de recolha	Frequência de recolha com o novo sistema
Indiferenciados		PaP 3x/semana	PaP 2x/semana
Recicláveis	Papel/Cartão	Ecopontos	PaP 2x/mês
	Embalagens	Ecopontos	PaP 1x/semana
	Vidro	Ecopontos	PaP 1x/mês

**Quadro 6.1** - Modificações nas frequências de recolha (indiferenciada e selectiva) para a situação das habitações unifamiliares e algum comércio/serviços.

Com o actual modelo de gestão, a frequência de recolha dos resíduos indiferenciados numa situação PaP a habitações unifamiliares e algum comércio/serviços realiza-se três vezes por semana. A introdução do novo modelo de gestão pressupõe a possibilidade de execução de recolha selectiva PaP, pelo que se pretende diminuir a recolha de indiferenciados para uma frequência bi-semanal, introduzindo um dia de recolha selectiva de embalagens. Além disso, pretende-se introduzir também no circuito de recolha PaP a recolha selectiva de papel/cartão e vidro.

Relativamente à situação das habitações colectivas com casa do lixo pretende-se manter a actual frequência de recolha uma vez que já é efectuada a recolha indiferenciada e selectiva na origem, de acordo com os moldes já explanados no ponto 5.2.1 deste relatório. O mesmo se aplica à situação das habitações colectivas sem casa do lixo e a maioria do comércio/serviços em que o sistema de recolha está definido para recolha de indiferenciados no molok e recolha de recicláveis nos diversos ecopontos da zona. Apesar de, com a introdução do novo modelo, a reestruturação dos equipamentos nesta situação implicar a existência de quatro molok (um para indiferenciado e três para as diferentes fracções selectivas), pressupõe-se que o esquema de recolhas realizado anteriormente facilmente se adequa ao novo sistema, sem a necessidade de quaisquer alterações.

#### **6.4 Custos decorrentes da implementação do novo sistema de gestão de RSU**

Com um novo modelo de gestão de resíduos surgem, naturalmente, características e situações diferentes das que existiam com o modelo tradicional. Essa mudança não implica necessariamente um incremento dos custos globais, apesar de os investimentos tecnológicos necessários ao seu funcionamento serem um dos aspectos com maior peso económico no modelo que se pretende implementar. De facto, os custos decorrentes da implementação de um novo sistema de gestão de resíduos têm que ser ponderados com um novo modelo tarifário que consiga estabelecer um equilíbrio económico- financeiro entre as diversas componentes envolvidas no novo sistema de gestão, de modo a garantir a sua sustentabilidade.

Neste ponto serão calculados os custos totais previstos para o novo sistema de gestão de RSU na zona piloto, atendendo ao facto de o mesmo ter como principal característica a introdução da tecnologia RFID nas suas operações. A grande maioria dos valores aqui apresentados resulta dos dados obtidos por França (2009), já apresentados na alínea 5.3.5 deste relatório de projecto.

### **Custos relativos à Tecnologia RFID**

A discriminação dos custos relativos ao sistema RFID a implementar na zona em estudo resultam de dados obtidos em orçamento requisitado pela Lipor à empresa Resopre, ajustados às necessidades específicas dessa zona.

No que diz respeito aos custos decorrentes da aquisição dos equipamentos necessários aos diferentes tipos de habitação e comércio/serviços bem como *hardware* necessário para equipar o veículo de recolha, consideram-se os constantes no quadro J.1 do Anexo J.

Aos valores mencionados nesse quadro acrescem ainda os custos relativos à adaptação e instalação dos *wastelock* e os custos referentes à instalação dos molok e respectiva grua de descarga. Acrescem também os custos com consultoria e acompanhamento e uma taxa anual de software.

Para o cálculo das amortizações referentes aos equipamentos supra utilizou-se o método das quotas constantes, com as taxas de amortização indicadas pelas tabelas CIBE - Portaria n.º 671/2000 (2.ª série), como indicado pelo Departamento de Contabilidade da Lipor.

### **Custos relativos à existência de equipamentos**

No que diz respeito aos custos decorrentes da existência de equipamentos de deposição de resíduos consideraram-se os valores explicados a seguir e já explicitados no Anexo H.

- **Custos com a existência de molok:** Considera-se que o valor desta rubrica se manterá relativamente o mesmo que o actual, como constante no quadro H.1 do Anexo H, sendo portanto igual a 635€/ano.

- **Custos com a existência dos três molok:** Nesta rubrica não se consideram os custos de amortização decorrentes da aquisição dos novos molok uma vez que esse valor já está incluído nos custos relativos à tecnologia. No entanto, para esta rubrica importam os custos decorrentes da manutenção e de eventuais danos resultantes de actos de vandalismo, que, com base em dados de França (2009), são de 250€/ano para manutenção e de 18€/ano para vandalismo. Assim, o total de custos de manutenção e vandalismo para os três molok é igual a 804€/ano.

- **Custos com a existência de contentores em compartimentos de lixo:** Para esta rubrica consideram-se apenas os custos decorrentes da amortização da aquisição dos equipamentos (809€/ano) uma vez que os custos de manutenção e limpeza ficam a cargo dos respectivos condomínios onde os mesmos se encontram. Também os custos associados a vandalismo não estão incluídos visto esses contentores estarem em locais fechados.

- **Custos com a existência de contentores individuais com identificação electrónica:** Nesta rubrica consideram-se os custos relativos à amortização da aquisição dos equipamentos já adquiridos pela Maiambiente, custos decorrentes de manutenção e vandalismo. Totaliza assim um valor de 9.046,00€/ano.

O quadro J.2 do Anexo J apresenta a síntese de custos relativos à existência de equipamentos.

### **Custos relativos à recolha de RSU**

Os custos relativos à recolha (CR) para o novo modelo de gestão baseiam-se nos já existentes com o modelo actual (apresentados no Anexo H deste relatório) uma vez que se parte do princípio que a maioria dos custos relativos à recolha de RSU não variou significativamente entre o ano 2009 e o ano corrente. No entanto, salientam-se alguns aspectos relevantes em cada rubrica para o novo sistema de gestão, nomeadamente:



- **Custo relativo à recolha do molok:** Apesar da alteração estrutural que será efectuada ao molok já existente na zona piloto, considera-se que o custo anual relativo à sua recolha se manterá inalterado e, portanto, igual a 374€/ano.
- **Custo relativo à recolha dos 3 molok:** Apesar de se proceder à remoção dos ecopontos na zona piloto, o novo modelo de gestão contempla a introdução de três molok para deposição de resíduos recicláveis. Uma vez que se pressupõe que com a introdução do novo sistema de gestão a quantidade de resíduos recicláveis depositada nestas estruturas será inferior à que existe actualmente<sup>21</sup>, os custos associados à remoção e transporte desses resíduos serão portanto iguais a 2.584,94€/ano. No entanto, dada a evolução esperada de aumento nas quantidades de resíduos recicláveis produzidos, este valor deverá ser actualizado com o decorrer do período de funcionamento do novo sistema.
- **Custo relativo à recolha de recicláveis em compartimentos do lixo:** Uma vez que a este nível não se procederá a nenhuma modificação em termos de recolha, estima-se que o custo com esta rubrica será aproximadamente o mesmo que o actual para o primeiro ano de funcionamento do novo sistema de gestão e, portanto, igual a 6.356,00€/ano. Também neste caso se espera uma evolução de aumento na produção de recicláveis que deverá ser considerada nos futuros custos de recolha a estes compartimentos.
- **Custo relativo ao circuito N11:** Relativamente à recolha no circuito N11, sabendo que o esquema de frequências de recolha sofrerá uma alteração<sup>22</sup>, estima-se um valor de 40.109,00€/ano.

---

<sup>21</sup> Este facto decorre da introdução de recolha PaP de resíduos recicláveis às habitações unifamiliares. Sabendo que são aproximadamente 967 habitações unifamiliares com esse novo esquema, estima-se que apenas 166 habitações e comércio (131 habitações colectivas sem casa do lixo e 35 comércio/serviços sem PaP) contribuam para a deposição de resíduos recicláveis nos molok para esse efeito. Assim, partindo do valor associado à recolha de ecopontos actual de 17.643,00 €/ano (para aproximadamente 1133 habitações e comércio), estima-se que existirá um custo de 2.584,94 €/ano associado à recolha dos molok para recicláveis.

<sup>22</sup> Actualmente a frequência de recolha neste circuito é de 3x/semana o que totaliza um total de 156 recolhas anuais (3x/semana vezes 52 semanas) com um custo de 32.589,00 €/ano (quadro H1). Com a introdução de recolha PaP de papel/cartão de 2x/mês e de recolha PaP de vidro de 1x/mês resulta um acréscimo de 36 recolhas anuais às já existentes. Assim, estima-se que o custo relativo a esse acréscimo de recolhas dá um total de custos para o circuito N11 de 40.109,00 €/ano.

- **Custo relativo ao software:** Considera-se que esta rubrica, apesar de ter sido um investimento em 2009, se encontra diluída nos custos relativos à tecnologia, não se justificando assim a sua inclusão nos custos associados à recolha.

O quadro J.3 do Anexo J apresenta a síntese de custos relativos à recolha de RSU.

### **Custos relativos à entrega de resíduos indiferenciados na Lipor II**

Neste aspecto consideram-se os custos decorrentes da entrega dos resíduos indiferenciados, para valorização energética, na Lipor II. Assim como se pressupôs para as outras situações, num primeiro ano de funcionamento do novo modelo de gestão, o custo associado à entrega de resíduos deverá ser aproximadamente o mesmo que o actual e igual a 64.186,00€/ano. No entanto, com a introdução do novo modelo, existirá uma tendência de diminuição na quantidade de resíduos indiferenciados produzidos (decorrente do aumento esperado na separação selectiva), que por sua vez se traduzirá num menor custo de entrega destes resíduos à Lipor II.

Mais adiante neste relatório de projecto serão efectuadas as devidas simulações que traduzirão os possíveis custos decorrentes dessa diminuição.

No quadro J.4 do Anexo J apresenta-se uma síntese dos custos totais decorrentes da implementação do novo sistema de gestão de RSU.

## **6.5 Calendarização da Implementação do novo modelo de gestão de RSU**

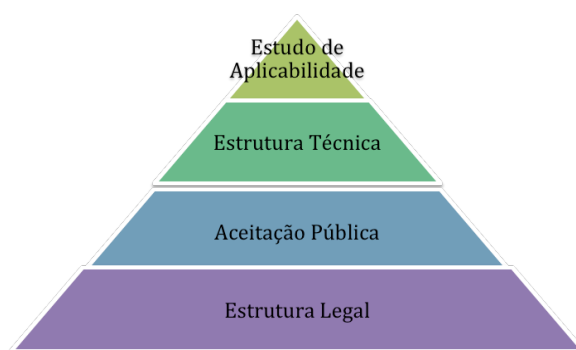
Todo o planeamento inerente ao desenvolvimento do novo modelo de gestão que se apresenta neste relatório envolve uma série de tarefas e acções complexas e muitas vezes morosas. De facto, a Lipor tem vindo a desenvolver uma série de acções que se revestem de grande importância para a definição coerente de todo o novo sistema e que devem, portanto, ser estruturadas de forma organizada para uma melhor compreensão da sua estrutura global.

Nesse sentido, apresenta-se no Anexo K a calendarização das diversas fases de evolução do projecto, salientado-se o facto de os prazos previstos poderem eventualmente sofrer alterações devido a factores inerentes ao mesmo.

## **6.6 Aspectos relevantes para uma implementação bem sucedida**

De forma a garantir uma correcta implementação do novo sistema de gestão torna-se importante a adopção de medidas concretas que vão de encontro às dificuldades que se esperam com a implementação desse sistema.

Nesse sentido torna-se necessário reunir um conjunto de acções complementares de forma a permitir um correcto planeamento de um programa PAYT, pela primeira vez, na zona em estudo. Segundo Bilitewski (2003) essas acções derivam do seguinte esquema:



**Figura 6.2** - Hierarquia das etapas no planeamento de um PAYT (adaptado de Bilitewski 2003)

A estrutura legal representa um aspecto-chave no que diz respeito à tomada de decisões na gestão de resíduos. Com efeito, existe a necessidade de formular legislação que apoie determinadas decisões no âmbito do planeamento de novos esquemas tarifários uma vez que, dada a baixa popularidade das tarifas sob o âmbito de um PAYT, a existência de uma estrutura legal nesse aspecto iria evitar possíveis consequências políticas negativas da tomada de decisão ao nível municipal. (Bilitewski, 2003)

A aceitação pública, através da comunicação e sensibilização da população, pode ser considerado um aspecto crucial na implementação de um modelo PAYT uma vez que a

alteração ao sistema implica muitas vezes uma forte oposição pública, derivada da falta de informação sobre o que se pretende implementar. É portanto imperativo envolver o público no processo que irá levar ao novo sistema, garantindo que os mesmos saberão o que se pretende desenvolver, o modo como o programa irá funcionar e que benefícios trará para todos os envolvidos. As entidades responsáveis devem portanto desenvolver acções que envolvam a população, devendo as mesmas compreender três fases (Cabeças e Levy, 2008):

**Acções de Sensibilização** - no início do projecto a população deve ser motivada e esclarecida quanto aos objectivos e necessidades de introduzir um PAYT. É essencial que o público entenda as questões e motivos para considerar a modificação do actual sistema de gestão;

**Acções de Informação** - deve ser posta em circulação publicidade informativa, assim como serviços disponíveis para esclarecimento e sugestões. É essencial o desenvolvimento de uma componente educativa que inclua informações sobre como é o programa PAYT para aquela localidade, os seus benefícios, e a relação entre a nova estrutura tarifária e as possíveis poupanças, tanto para os indivíduos como para a entidade gestora, do aumento da participação na reciclagem;

**Acções de Formação** - informar regularmente a população sobre a evolução do projecto, lembrando e reforçando a importância da sua participação.

Apesar da questão da deposição ilegal já existir na zona piloto, deve-se ter em consideração a possibilidade de esse aspecto se poder intensificar com a introdução do PAYT, devendo então ser desenvolvida uma campanha pró-activa para prevenção da deposição ilegal de resíduos que se desenrole em simultâneo com a implementação do novo modelo.

A percepção que se tem relativamente à equidade de um sistema PAYT afecta a aceitação do mesmo e, portanto, o nível de participação, no sentido em que, quanto maior for o grau de justiça que um indivíduo associa a este sistema, maior a sua predisposição para participar num programa deste tipo. Nesse sentido, os *decision*

*makers* devem estar interessados em garantir que um sistema deste tipo seja entendido como justo e equitativo, de forma a assegurar uma elevada taxa de participação (Batllell e Hanf, 2008).

### **6.6.1 Implementação de programas específicos**

Sendo um dos principais objectivos da introdução de um modelo PAYT o facto de permitir uma redução significativa na quantidade de resíduos indiferenciados produzidos, e, dada a situação na zona piloto do Lidador em que a maioria dos resíduos produzidos corresponde à fracção orgânica, considera-se de extrema importância a introdução de programas complementares que contribuam, em simultâneo com o PAYT, para uma redução ainda mais significativa na produção de resíduos.

A compostagem caseira de resíduos orgânicos, através do "Projecto Terra à Terra"<sup>23</sup> da Lipor, é já uma opção em prática por algumas moradias da zona piloto do Lidador. No entanto, esta hipótese revela-se inviável como uma solução final para estes resíduos uma vez que se trata de um processo moroso para obtenção do composto e pelo facto de o tipo de resíduo apto para compostagem caseira não ser produzido em grandes quantidades.

Uma possível solução a implementar para este fracção de resíduos poderia passar por criar um sistema de compostagem comunitária integrado num "Projecto Horta à porta" (a análise dos inquéritos revela que a maioria dos inquiridos estaria interessado nesse tipo de solução num local próximo da sua área de residência). Em paralelo a essa solução, a Maiambiente sugeriu ainda a possível opção pelo alargamento da recolha porta-a-porta de resíduos orgânicos (já efectuada em restauração) a pequenos produtores e a criação de novos serviços de recolha PaP a clientes residenciais. Assim, e de forma a não aumentar os custos com a definição de um novo circuito, poder-se-ia iniciar um pequeno piloto de recolha de orgânicos a habitações unifamiliares que funcione em

---

<sup>23</sup> O "Terra à Terra" é um projecto que visa promover a redução dos resíduos orgânicos ao nível das habitações da área de intervenção da Lipor através da distribuição gratuita de um compostor doméstico.

paralelo com o já existente circuito GPO<sup>24</sup>. Com esta situação piloto de recolha de orgânicos a clientes residenciais seria possível estudar até que ponto o desvio desta fracção iria afectar a quantidade de resíduos indiferenciados que vão para deposição final, ou seja, se efectivamente existiria uma diminuição na quantidade de indiferenciados quando se procede a este tipo de solução PaP.

---

<sup>24</sup> O circuito GPO (Grandes Produtores de Orgânicos) trata-se de um serviço específico de recolha porta-a-porta de resíduos orgânicos a grandes produtores de resíduos (como sejam restaurantes e cantinas), numa frequência trissemanal (2<sup>a</sup>, 4<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> feira) em horário diurno (das 9h00 às 17:30).

## **7. Desenho de um novo modelo tarifário**

### **7.1 Introdução**

A tecnologia RFID apresenta-se como uma mais-valia na optimização dos serviços de gestão de resíduos urbanos uma vez que possibilita uma identificação exacta dos produtores de resíduos e, consequentemente, permite estabelecer uma correspondência entre a quantidade de resíduos produzidos e o respectivo produtor. Dessa forma é possível determinar um valor a pagar por cada residente, valor esse que pondera os custos do serviço de gestão prestado e a produção de resíduos de cada indivíduo.

Como foi mencionado anteriormente, o sistema a implementar baseia-se na aplicação de uma tarifa que varia em função da frequência de recolha de resíduos indiferenciados. A aplicação deste sistema possibilita assim, numa primeira fase, a redefinição de rotas no sentido de optimizar os serviços de recolha e, numa etapa posterior, a introdução de um sistema tarifário adequado.

Sabendo que o actual modelo tarifário, além de ineficiente e irrealista, não se adequa à nova estrutura que se pretende implementar, é necessário proceder a uma redefinição do mesmo no sentido de criar um sistema tarifário simples e transparente que permita o funcionamento correcto de todo o novo modelo de gestão de resíduos. De facto, Bilitewski (2008) refere que um método de cálculo muito complexo para que o cidadão comum entenda leva, inevitavelmente, a uma falha no incentivo à redução dos resíduos, além de fazer com que o sistema seja entendido como tendencioso e ilógico.

Para a implementação de um modelo tarifário sob PAYT é necessário saber em detalhe quais são os diversos custos associados ao funcionamento do sistema bem como os mesmos são compostos. Os custos da gestão de resíduos reflectem o preço efectivo ou estimado que deve ser cobrado pelos serviços, com base nos custos incorridos para fornecer e desempenhar os mesmos. Considera-se que a quantidade considerada custo

fixo é responsável por 60-80% dos custos totais, enquanto que os custos variáveis devem ser responsáveis por aproximadamente 20-40%. (Bilitewski, 2008)

## **7.2 Modelo Tarifário a Implementar**

Aquando do desenvolvimento do presente projecto foi possível constatar que a Lipor mostrou desde sempre a preferência pelo desenvolvimento de um modelo tarifário com duas componentes. Isto relaciona-se com o facto de a Lipor pretender atender ao disposto na Recomendação IRAR n.º1/2009 que preconiza em primeiro plano a utilização de tarifários bi-partidos para os serviços de resíduos prestados a utilizadores finais, ou seja, tarifários constituídos por uma componente fixa (aplicada em função do intervalo de tempo de prestação do serviço) e uma componente variável (aplicada em função do nível de utilização do serviço durante esse período).

Partindo dessa consideração, procedeu-se ao estudo de esquemas tarifários baseados em múltiplas componentes como forma de possibilitar um correcto desenvolvimento do modelo que se pretende aplicar para o caso de estudo aqui apresentado.

### **7.2.1 Linhas orientadoras**

O projecto de implementação de um sistema RFID (integrado num modelo PAYT) na zona piloto do Lidador vem abrir caminho à possibilidade de expansão desse mesmo sistema a outras freguesias do Município, com vista à sua harmonização.

Complementarmente à instalação desse sistema pretende-se introduzir um novo modelo tarifário que permita, não apenas assegurar a sustentabilidade do modelo de gestão de resíduos, mas também garantir a transferência da responsabilidade pela produção dos resíduos ao respectivo produtor/consumidor. No entanto, e de acordo com o disposto no DL n.º194/2009 de 20 de Agosto, a aplicação de um sistema tarifário numa determinada freguesia pressupõe que esteja previamente definido um carácter expansionista do referido modelo ao Município, pois só assim se garante a equidade e universalidade desse modelo. Nesse sentido, o modelo desenvolvido foi pensado com um carácter geral, de futura aplicação a todo o Município.



A implementação de um sistema uniforme em todo o Município da Maia surge da necessidade de se fornecer um serviço universal à população que seja homogéneo em toda a área do concelho, com vista a uma evolução na forma como os meios são utilizados bem como na forma como os serviços são prestados.

O desenvolvimento de um modelo tarifário adequado à realidade que se está a projectar é um ponto-chave para o sucesso e possibilidade de replicação de um modelo de gestão sustentável, como se pretende que seja o modelo estudado pela Lipor.

Atendendo à Recomendação IRAR n.º1/2009, devem-se considerar como custos a recuperar por meio de sistema tarifário os seguintes:

- a) A reintegração e a amortização, em prazo adequado e de acordo com as práticas contabilísticas aplicáveis, do valor dos activos afectos à prestação dos serviços, resultantes de investimentos realizados com a implantação, a manutenção, a modernização, a reabilitação ou a substituição de infra-estruturas, equipamentos ou meios afectos ao sistema;
- b) Os custos operacionais da entidade gestora, designadamente os incorridos com a aquisição de materiais e bens consumíveis, transacções com outras entidades prestadoras de serviços de águas e resíduos, fornecimentos e serviços externos, incluindo os valores resultantes da imputação aos serviços de custos com actividades e meios partilhados com outros serviços efectuados pela entidade gestora, ou incorridos com a remuneração do pessoal afecto aos serviços;
- c) Os custos financeiros imputáveis ao financiamento dos serviços e, quando aplicável, a adequada remuneração do capital investido pela entidade gestora;
- d) Os encargos que legalmente impendam sobre a prestação dos serviços, nomeadamente os de natureza tributária.

Além disso, essa recomendação preconiza o facto de os custos específicos associados à limpeza urbana deverem ser excluídos do universo de custos a recuperar por meio do tarifário do serviço de resíduos. Ainda neste âmbito, a mesma recomendação considera que a entidade gestora não deve facturar as actividades de instalação, manutenção

substituição de recolha indiferenciada de RU e de recolha selectiva de fluxos específicos de resíduos bem como as actividades de recolha e encaminhamento de resíduos de grandes dimensões, equiparados a urbanos, e pequenas quantidades de resíduos verdes provenientes de habitações inseridas na malha urbana.

Segundo as linhas orientadoras da ERSAR (2010b) relativas ao cálculo do tarifário do serviço de gestão de resíduos, é recomendado o seguinte:

- Quanto ao cálculo da tarifa fixa de gestão de resíduos para utilizadores domésticos -  $T_f^{RD}$ , recomenda-se que seja definido um valor num intervalo entre 1,00€ e 4,00€/30 dias; no cálculo da tarifa fixa para utilizadores não domésticos -  $T_f^{RND}$ , recomenda-se a adopção da seguinte expressão:  $T_f^{RND} = T_f^{RD} \cdot K_{t_f}^{RND}$ , em que  $K_{t_f}^{RND}$  representa um coeficiente de diferenciação, definido entre um valor mínimo de 1,5 e um valor máximo de 5,0.
- Quanto ao cálculo da tarifa variável para utilizadores domésticos -  $T_v^{RD}$ , considera-se que as unidades em que a mesma é expressa diferem em função do método de medição, estimativa ou indexação empregue pela entidade gestora; no cálculo da tarifa variável para utilizadores não domésticos -  $T_v^{RND}$ , a recomendação é semelhante à preconizada para os utilizadores domésticos, apesar de se considerar que esta deve apresentar valor superior à tarifa variável para utilizadores domésticos.

### **7.2.2 Modelo Tarifário**

Como foi mencionado no ponto anterior, a introdução de um modelo tarifário pressupõe a consideração de um carácter expansionista ao referido Município em que pretende implementar, de modo a que seja de facto um sistema universal e equitativo. No entanto, e para efeitos do estudo que aqui se apresenta, considerar-se-á que o modelo tarifário seria apenas introduzido na zona piloto em estudo, de forma a ser possível a introdução de dados concretos já existentes sobre a implementação nessa zona. Não obstante, importa salientar que se tratará de um modelo hipotético e, portanto, não realista no âmbito de uma implementação efectiva, uma vez que carece de dados referentes a todo o Município, dados esses que deverão ser obtidos futuramente caso se

avance efectivamente com um modelo tarifário deste tipo. No desenvolvimento deste modelo serão tidas em consideração as linhas orientadoras da entidade reguladora dos serviços de resíduos, já mencionadas no ponto anterior.

A solução encontrada para a situação em estudo passa pela aplicação de um modelo baseado em duas componentes: fixa e variável. Pretende-se com a introdução de uma componente fixa garantir um nível mínimo (fixo) de receitas de modo a cobrir as despesas decorrentes da disponibilização do serviço. Por outro lado, a introdução de uma componente variável irá funcionar como um incentivo dinâmico à redução da produção de resíduos indiferenciados, uma vez que não será cobrada a produção de resíduos recicláveis, sendo esta componente determinada de modo a cobrir os custos do tratamento dos resíduos indiferenciados na Lipor II.

#### Determinação da tarifa fixa

Atendendo às recomendações mencionadas no ponto anterior, optou-se por introduzir no cálculo da tarifa fixa os seguintes custos, baseados nos já apresentados no ponto 6.4 e explicitados no anexo J.

##### **1. Custos com a nova tecnologia ( $C_t$ )**

Esta rubrica mantém-se inalterada relativamente ao apresentado em 6.4 uma vez que, de acordo com a Recomendação IRAR n.º1/2009, não existem custos passíveis de serem excluídos. Os custos com a tecnologia serão então introduzidos na componente fixa sob a forma da sua amortização mensal, igual a 1.449,80€/mês<sup>25</sup>.

##### **2. Custos relativos à existência de equipamentos ( $C_e$ )**

- Custos com o molok já existente: nesta rubrica retiraram-se os custos relativos à manutenção e vandalismo (268€/ano), totalizando assim um valor de 367€/ano.

---

<sup>25</sup> Este valor foi obtido a partir do valor anual de 17.397,62€, apresentado no quadro J.1 do Anexo J.

- Custos com a existência dos molok para recicláveis: uma vez que a amortização está já incluída nos custos com a nova tecnologia, e que se eliminam os custos desta rubrica relativos à manutenção e vandalismo, totaliza-se um valor de 0,00€/ano.
- Custos com a existência de contentores em compartimentos de lixo: nesta rubrica mantêm-se os custos apresentados no Anexo J, de 809,00€/ano.
- Custos com a existência de contentores individuais com identificação electrónica: nesta rubrica mantêm-se os valores referentes à amortização da aquisição dos equipamentos e eliminam-se os custos relativos à manutenção e vandalismo (431€/ano). Esta rubrica dá assim um total de 8.615,00€/ano.

### **3. Custos relativos à recolha de RSU ( $C_r$ )**

- Custo com a recolha do molok: nesta rubrica eliminam-se os custos anuais de manutenção (20€/ano), totalizando um valor de 354€/ano.
- Custo com a recolha dos molok para recicláveis: nesta rubrica, visto o custo de recolha ser dado por tonelada de resíduos recolhidos, não é possível extrair o valor correspondente às suas manutenções. O valor é então o mesmo que o apresentado em 6.4 e igual a 2.584,94€/ano.
- Custo com a recolha de contentores em compartimentos de lixo: o custo desta recolha, assim como o dos molok de recicláveis, é dada em função da tonelada de resíduos recolhidos, não sendo também possível extrair o valor referente à sua manutenção. Assim, o valor mantém-se o mesmo que o apresentado no quadro J.3 e igual a 6.356,00€/ano.
- Custos com a recolha do circuito N11: para esta rubrica retira-se o custo associado à manutenção (2.050,00€/ano), totalizando um valor de 38.059,00€/ano.

O cálculo desta tarifa fixa implica ainda uma distribuição destes custos pelos respectivos produtores de resíduos da zona, pelo que, para efeitos de simplificação, se

optou por considerar os contadores de abastecimento de água ( $C_a$ ) na zona piloto (1353)<sup>26</sup> correspondente ao número de habitações/comércio aí existentes.

O quadro L.1 do Anexo L apresenta os custos integrantes da componente fixa da nova tarifa. Salienta-se o facto de que os custos a incluir nesta componente serão os correspondentes ao valor mensal de cada rubrica, correspondentes à coluna "Custo Total Mensal", dado a tarifa ser apresentada em euros/mês.

#### Determinação da tarifa variável

Para o cálculo da componente variável considera-se o somatório do preço de tratamento ( $P_t$ ) dos resíduos indiferenciados e recicláveis vezes o número de recolhas ( $r$ ) ou deposições ( $d$ ) efectuadas em cada habitação. Uma vez que com este projecto se pretende incentivar à produção de resíduos recicláveis, não será considerado o seu preço de tratamento no cálculo da tarifa variável.

O preço de tratamento ( $P_t$ ) diz assim respeito ao custo associado à entrega dos resíduos indiferenciados para valorização energética e foi obtido com base no volume do contentor/tambor usado para a sua deposição bem como na densidade média<sup>27</sup> deste tipo de resíduos, sabendo que o preço de referência de entrega de uma tonelada destes resíduos na Lipor II é de 47,53€. O quadro L.2 do Anexo L apresenta o preço de tratamento para cada situação.

Para o cálculo da tarifa de resíduos é sugerida a seguinte forma genérica:

$$\text{Tarifa Resíduos} = T_f + T_v$$

[Euro/mês domicílio]

---

<sup>26</sup> Este número resulta de uma inspecção ao local executada durante a realização dos inquéritos, considerando que todas as habitações e comércio/serviços aí existentes possuem um contador de abastecimento de água (por motivos de simplificação não se contabilizaram as casas desabitadas). Também em reunião com a SMAS-Maia constatou-se que a percentagem de habitações e comércio/serviços com acesso a furos de água ou poços é residual.

<sup>27</sup> Considerou-se uma densidade média para os resíduos indiferenciados de 350 kg/m<sup>3</sup>, valor fornecido pela Lipor.

em que:

[Contador/habitação ou comércio]

$T_f$ : Tarifa fixa

[Euro/mês domicílio]

$T_v$ : Tarifa variável

[Euro/mês domicílio]

A tarifa fixa para os utilizadores domésticos ( $T_f^{RD}$ ) será calculada da seguinte forma:

$$T_f^{RD} = \frac{C_t + C_e + C_r}{C_a} \quad \text{[Euro/mês domicílio]}$$

em que:

$C_t$ : Custos associados à Tecnologia RFID

[Euro/mês]

$C_e$ : Custos associados à existência de equipamentos

[Euro/mês]

$C_r$ : Custos associados à recolha de RSU

[Euro/mês]

$C_a$ : Contadores de abastecimento de água

A tarifa fixa para os utilizadores domésticos não domésticos ( $T_f^{RND}$ ) será calculada da seguinte forma:

$$T_f^{RND} = T_f^{RD} \cdot K_{tf}^{RND} \quad \text{[Euro/mês]}$$

em que:

$T_f^{RD}$ : Tarifa fixa para os utilizadores domésticos

[Euro/mês]

$K_{tf}^{RND}$ : Coeficiente de diferenciação [1,5 - 5,0]

[Euro/mês]

A tarifa variável será calculada da seguinte forma, para cada tipo de situação:

a) Utilizadores domésticos em habitações unifamiliares e não domésticos com contentor de 90l

$$T_v = P_{t\ 90l\ indif} \cdot r + P_{t\ 140l\ emb} \cdot r + P_{t\ 140l\ vidro} \cdot r + P_{t\ 140l\ papel/cartão} \cdot r \quad \text{[Euro/mês]}$$

Uma vez que não será cobrado o preço de tratamento dos resíduos recicláveis, considera-se que a tarifa variável é:

$$T_v = P_{t\ 90l} \cdot r \quad \text{[Euro/mês]}$$

**b) Utilizadores domésticos em habitações colectivas e não domésticos com acesso ao molok**

Também nesta situação não será cobrado o preço de tratamento dos resíduos recicláveis daí que a tarifa variável seja a seguinte:

$$\boxed{T_v = P_{t50l} \cdot d} \quad [\text{Euro/mês}]$$

### **7.3 Simulação da Implementação do Novo Modelo**

Através da elaboração de simulações de implementação da estrutura tarifária sugerida em 7.2 pretende-se perceber o funcionamento e impacto da tarifa e das suas componentes ao nível dos encargos e benefícios que trará para os cidadãos e entidade gestora.

Numa primeira simulação será apresentada a tarifa real, sem qualquer tipo de ponderações, assumindo desde já que o preço associado ao tratamento do recicláveis será igual a zero. Numa segunda simulação será apresentada a variação da tarifa ao longo do tempo tendo em consideração as alterações na componente fixa bem como as reduções na produção de resíduos indiferenciados esperadas com a implementação do novo modelo de gestão.

Para a elaboração destas simulações partiu-se do pressuposto que o actual comportamento dos cidadãos da zona piloto relativamente aos hábitos de deposição de resíduos (que, como se constatou nos resultados dos inquéritos, se caracteriza nas habitações unifamiliares pela deposição dos resíduos para recolha sempre que é efectuado esse serviço e, nas habitações multifamiliares, por depositar os resíduos todos os dias nos contentores) sofreria uma modificação significativa decorrente do facto de lhe ser cobrada uma tarifa de RSU em função do número de recolhas ou depósitos efectuados.

### **7.3.1 Simulação 1**

Com esta simulação pretende-se apresentar os valores reais a pagar por cada estrutura urbana (habitacional e comercial/serviços), tendo em conta os custos incorridos para o funcionamento do sistema nessa zona. Pretende-se também demonstrar quais serão as receitas decorrentes da implementação desse modelo tarifário no caso de se considerar que cada estrutura urbana pagará uma determinada tarifa média mensal.

No cálculo das componentes das tarifas consideram-se quatro situações (a, b, c e d):

#### **(a) Tarifa fixa para utilizadores domésticos**

Para o cálculo da tarifa fixa para os utilizadores domésticos, considera-se que a componente fixa corresponde a um valor fixo mensal, apresentando um valor de:

$$T_f^{RD} = \frac{C_t + C_e + C_r}{C_a} = \frac{1.449,80 + 815,92 + 3.946,16}{1353} = 4,59 \text{ €/mês}$$

Apesar de a ERSAR recomendar um valor máximo de 4,00€/30 dias para a componente fixa da tarifa, optou-se por realizar esta simulação com o valor obtido de 4,59€/mês.

#### **(b) Tarifa fixa para utilizadores não domésticos**

Para o cálculo da tarifa fixa para os utilizadores não domésticos, atendendo também à recomendação ERSAR n.º 2/2010, considera-se a utilização da seguinte expressão para o cálculo desta componente, utilizando o valor mínimo recomendado para o coeficiente de diferenciação:

$$T_f^{RND} = T_f^{RD} \cdot K_{tf}^{RND} = 4,59 \cdot 1,5 = 6,89 \text{ €/mês}$$



**(c) Tarifa variável para utilizadores domésticos em habitações unifamiliares e não domésticos com contentor de 90l**

Para a situação dos utilizadores domésticos em habitações unifamiliares e utilizadores não domésticos, a componente variável corresponde ao preço de tratamento de 90l de indiferenciados (1,52€) vezes o número de vezes que o contentor é recolhido.

No gráfico L.1 do Anexo L estão apresentados os valores da tarifa e respectivas componentes para o caso dos utilizadores domésticos em habitações unifamiliares. No gráfico L.2 desse mesmo anexo estão apresentados os valores da tarifa e respectivas componentes para o caso dos utilizadores não domésticos com contentor de 90l.

**d) Tarifa variável para utilizadores domésticos em habitações colectivas e não domésticos com acesso ao molok**

Para a situação dos utilizadores domésticos em habitações colectivas e utilizadores não domésticos, a componente variável corresponde ao preço de tratamento de 50l de indiferenciados (0,83€) vezes o número de depósitos.

No gráfico L.3 (Anexo L) estão apresentados os valores da tarifa e respectivas componentes para o caso dos utilizadores domésticos em habitações colectivas. No gráfico L.4 estão apresentados os valores da tarifa e respectivas componentes para o caso dos utilizadores não domésticos que utilizam molok (com tambor de 50l).

**Receitas com a nova tarifa**

Para o cálculo das receitas obtidas com a introdução do modelo tarifário considerado nesta simulação partiu-se do pressuposto que cada utilizador doméstico em habitações unifamiliares e não doméstico com contentor de 90 l colocará o contentor à recolha apenas quando este se encontrar na sua máxima capacidade. O mesmo se pressupõe para o caso dos utilizadores domésticos em habitações colectivas e não domésticos com acesso ao molok que, por sua vez, farão um depósito equivalente ao volume do tambor (50l).

Partindo do pressuposto supra, e sabendo que em média são produzidos 83kg/mês de resíduos indiferenciados<sup>28</sup> em cada estrutura urbana, cada habitação e comércio com a solução do contentor de 90l<sup>29</sup> precisaria de colocar três vezes/mês o contentor à recolha. Assim, e considerando que em média existem 967 habitações e 20 unidades de comércio/serviços nesta situação, as receitas seriam as seguintes:

Receitas para utilizadores domésticos com contentor 90 l:  $9,15 \cdot 967 = \mathbf{8.848,05€/mês}$

Receitas para utilizadores não domésticos com contentor 90 l:  $11,45 \cdot 20 = \mathbf{229,00€/mês}$

Por outro lado, para a situação das habitações colectivas (com e sem casa do lixo) e restante comércio/serviços, e sabendo que cada contentor e molok existentes para deposição de resíduos indiferenciados possuem 50l<sup>30</sup> de volume no tambor, cada habitação e comércio precisaria de depositar cinco vezes por mês os seus resíduos indiferenciados no tambor do respectivo contentor. Considerando então que existem aproximadamente 331 habitações e 35 unidades de comércio/serviços nesta situação, as receitas seriam as seguintes:

Receitas para utilizadores domésticos em habitações colectivas:  $8,74 \cdot 331 = \mathbf{2.892,94€/mês}$

Receitas para utilizadores não domésticos com acesso ao molok:  $11,04 \cdot 35 = \mathbf{386,4€/mês}$

O gráfico L.5 apresenta as receitas totais mensais para as situações acima descritas, que totalizam um valor de 12.356,39 €/mês.

---

<sup>28</sup> Este valor foi obtido através da média mensal de resíduos indiferenciados recolhidos na zona piloto, que é de 112.536kg, sobre o universo de 1353 habitações e comércio nesta zona.

<sup>29</sup> Considerando que a densidade média dos resíduos indiferenciados é de 350kg/m<sup>3</sup>, um contentor de 90l cheio terá um equivalente a 32kg de resíduos.

<sup>30</sup> Considerando que a densidade média dos resíduos indiferenciados é de 350kg/m<sup>3</sup>, um tambor de 50l poderá receber cerca de 17,5kg de resíduos.

## **Comparação com a actual TRSU**

Fazendo um comparativo entre o valor da tarifa média mensal paga actualmente pelos utilizadores domésticos<sup>31</sup> e não domésticos e o valor da nova tarifa com o pressuposto assumido no cálculo das receitas para esta simulação, verifica-se a situação apresentada nos quadros L.3 e L.4 do Anexo L.

### **7.3.2 Simulação 2**

Nesta simulação pretende-se demonstrar as possíveis variações da tarifa definida na simulação 1 ao longo do tempo, considerando alguns aspectos que poderão levar à diminuição das suas componentes fixa e variável.

No cálculo da componente fixa deste modelo tarifário partiu-se de uma fórmula em que se consideram os custos associados à existência de equipamentos, custos relativos à recolha dos resíduos e custos com a implementação da tecnologia na zona piloto. Os últimos são introduzidos no modelo tarifário sob a forma da sua amortização mensal, pelo que, passado o período relativo a essa amortização, poderão ser excluídos dessa mesma fórmula. Desse modo, e ao fim de 5 anos, a amortização relativa aos equipamentos electrónicos e hardware deixará de existir, ficando assim o total das amortizações em 9.130,11€/ano. Com este valor em mente, procede-se então à alteração da componente "custos com tecnologia" para um valor mensal de 760,84€/mês, traduzindo-se isto numa diminuição da tarifa fixa para utilizadores domésticos para 4,08€/mês e da tarifa fixa para utilizadores não domésticos para 6,12€/mês no 6º ano de amortização.

O mesmo poderá ser feito no 9º ano de amortização, em que, tendo terminado a amortização de todos os equipamentos e restante material incluído nos custos da tecnologia, o valor referente a essas rubricas deixará de entrar no cálculo da componente fixa da tarifa. Desse modo, chegar-se-á, ao fim de nove anos, a uma componente fixa que inclui somente os custos associados à existência de equipamentos

---

<sup>31</sup> Para este efeito consideram-se os valores da TRSU para o ano 2011 e um consumo médio mensal de água de 10m<sup>3</sup>.

e à recolha de resíduos nessa zona piloto, tendo-se já garantido o retorno do investimento na tecnologia. Nesta situação, a componente fixa da tarifa para utilizadores domésticos seria de 3,52€/mês e para utilizadores não domésticos seria igual a 5,28€/mês.

Relativamente à componente variável do modelo tarifário espera-se que a mesma vá sofrendo uma progressiva redução no seu valor decorrente da alteração esperada no comportamento dos cidadãos face ao novo modelo de gestão e, consequentemente, num aumento da separação selectiva dos resíduos com diminuição na quantidade de resíduos indiferenciados colocados à recolha. Assume-se neste caso que a redução nos resíduos indiferenciados resultaria numa situação de colocação do contentor para recolha de duas vezes/mês para os utilizadores domésticos em habitações unifamiliares e não domésticos com contentor de 90l, e para uma situação de deposição de três vezes mensais para os utilizadores domésticos em habitações colectivas e utilizadores não domésticos com acesso ao molok. Isto significaria que a média de produção mensal de resíduos indiferenciados passaria para os 66kg/mês para cada habitação/comércio.

Para o primeiro ano de implementação do projecto (ano 2012) espera-se que a situação se mantenha relativamente igual à actual e, portanto com um valor de tarifa igual ao determinado na simulação 1. No entanto, para os anos subsequentes, considera-se que se conseguiria manter a redução na produção de indiferenciados que levaria a uma diminuição da tarifa total conforme se apresenta no gráfico L.6 do Anexo L.

Fazendo novamente uma comparação da actual tarifa com a nova tarifa para esta situação, verificam-se os cenários apresentados nos quadros L.5 e L.6 do Anexo L.

## **7.4 Análise e comentário de resultados**

Este ponto visa apresentar os resultados obtidos nas simulações realizadas em 7.3, discutindo-os sob os diferentes pontos de vista das partes interessadas: utilizador final e entidade gestora.

Importa salientar que as simulações efectuadas não tiveram em conta uma moderação tarifária que assegure o acesso a estes serviços a todo o tipo de famílias. Este facto deve ser tido em consideração na futura implementação de um modelo tarifário deste tipo, sendo recomendado pela entidade reguladora destes serviços (através da Recomendação ERSAR n.º2/2010) a existência de um tarifário social para famílias de fracos recursos, quando o agregado familiar possuir um rendimento bruto que não ultrapasse determinado valor, bem como a definição de um tarifário específico para famílias numerosas.

Salienta-se ainda o facto de, apesar dos actuais comportamentos de deposição demonstrarem uma frequência de colocação de resíduos para recolha muito diferente da apresentada, as simulações realizadas reflectem o comportamento esperado por parte dos consumidores caso lhes fosse aplicada a tarifa de RSU que aqui se apresentou.

#### **7.4.1 Análise do ponto de vista do utilizador final**

No que diz respeito à implementação de um modelo tarifário sob o ponto de vista do consumidor importa referir os possíveis obstáculos e benefícios que cada cidadão obterá da introdução do mesmo.

Quanto aos resultados obtidos na simulação 1 relativos à comparação da nova tarifa com a actual, verifica-se que, para o caso dos utilizadores domésticos, a introdução da nova tarifa de resíduos resultaria numa cobrança superior a esses utilizadores (mais 1,5€/mês para utilizadores domésticos em habitações unifamiliares e mais 1,09€/mês para utilizadores domésticos em habitações colectivas). A diferença nestes valores deve-se ao facto do recipiente de deposição de resíduos apresentar diferente volume, o que, consequentemente, altera o valor da componente variável a cobrar. Relativamente aos utilizadores não domésticos verifica-se que a aplicação da nova tarifa de resíduos resulta numa cobrança inferior à que é realizada actualmente (menos 5,64€/mês para utilizadores não domésticos com contentor de 90l e menos 6,05€/mês para utilizadores não domésticos com acesso ao molok).

Verifica-se assim que a introdução desta nova tarifa para os utilizadores domésticos poderá suscitar alguma resistência uma vez que, em média, seria pago mais que o que actualmente acontece. De qualquer modo, atendendo ao facto de esta comparação se ter baseado numa tarifa média, poderá haver casos em que a nova tarifa seja mais reduzida e, portanto, seja vista com maior aceitação.

Quanto aos resultados obtidos na simulação 2 relativos à comparação da nova tarifa com a actual, verifica-se que, para o caso dos utilizadores domésticos, a introdução da nova tarifa de resíduos nos quatro anos seguintes à implementação do projecto (assumindo uma determinada redução na componente variável) resultaria numa cobrança ligeiramente inferior a esses utilizadores (menos 0,02€ para utilizadores domésticos em habitações unifamiliares e menos 0,57€ para utilizadores domésticos em habitações colectivas). Verifica-se ainda que, ao longo do tempo, e decorrente do facto de poder existir uma redução da componente fixa, a tarifa total mensal tende a diminuir gradualmente. Relativamente aos utilizadores não domésticos verifica-se que a aplicação da nova tarifa de resíduos resulta numa cobrança inferior à que é realizada actualmente (menos 7,16€ para utilizadores não domésticos com contentor de 90l e menos 7,71€ para utilizadores não domésticos com acesso ao molok).

#### **7.4.2 Análise do ponto de vista da entidade gestora**

Relativamente ao balanço custos/receitas da entidade gestora, verifica-se que a aplicação de uma tarifa fixa para os utilizadores domésticos de 4,59€/mês permite arrecadar 5.957,82€/mês de receitas, enquanto que a aplicação da tarifa fixa de 6,89€/mês para os utilizadores não domésticos resulta numa receita de 378,95€/mês. O total das receitas com a componente fixa permite cobrir 102% dos custos incorridos com a disponibilização do serviço de gestão de RSU - os 2% adicionais resultam da aplicação de um coeficiente de diferenciação no cálculo da tarifa fixa para utilizadores não domésticos. Por outro lado, visto a componente variável ter sido calculado de modo a cobrir os custos decorrentes da entrega dos resíduos indiferenciados na Lipor II (com

base nos volumes depositados), as receitas obtidas com a componente variável deverão permitir a cobertura dos custos relativos a esse aspecto.

Verifica-se assim que, tendo este modelo tarifário sido desenvolvido de forma a que as receitas cubram 100% dos custos com a disponibilização do serviço, a relação entre receitas e despesas com o novo sistema se traduzirá num saldo nulo (caso não seja atribuído um coeficiente de diferenciação aos clientes não domésticos) e num saldo positivo caso se mantenha a recomendação atrás indicada.

## **8. Análise Crítica do Projecto**

No decorrer da elaboração deste projecto de dissertação foi possível constatar que o facto de a entidade Maiambiente, EEM não possuir contabilidade analítica criou alguns constrangimentos no desenvolvimento mais prático deste relatório de projecto que obrigaram a um esforço complementar no sentido de encontrar dados fiáveis e coerentes. Toda essa análise foi então complementada com informações provenientes de inspecções locais executadas durante a realização dos inquéritos assim como dados provenientes de estudos anteriores sobre essa zona piloto.

No que diz respeito à reestruturação do actual modelo de gestão, nomeadamente ao nível da modificação dos equipamentos de deposição e frequências de recolha, considero importante salientar o seguinte:

**1º** A escolha do equipamento de deposição de resíduos indiferenciados na situação das habitações unifamiliares (e algum comércio) não é ideal à realidade da zona, nomeadamente pelo facto do contentor distribuído ser sobredimensionado para as necessidades médias de cada habitação/comércio e por não estar devidamente preparado para ser utilizado numa habitação unifamiliar.

O facto de os contentores não serem hermeticamente fechados e não possuírem um sistema de fecho seguro faz com que possam existir problemas relacionados com odores resultantes da acumulação dos resíduos e serem um objecto de fácil acesso a animais, como por exemplo, a situação de serem derrubados por cães ou gatos. Do ponto de vista da elaboração do projecto piloto não foi dada grande relevância a esta questão pois a decisão de utilizar a estrutura já existente já havia sido tomada e, também, porque através da análise dos inquéritos realizados nessa zona verificou-se que apenas um ou dois inquiridos mencionaram esse problema. Em todo o caso, creio que esta questão deveria ser considerada aquando da implementação deste sistema num âmbito de expansão ao Município.



Relativamente à solução definida para habitações uni/bifamiliares e algum comércio e serviços verifica-se que a opção pela utilização de contentores de 90l para deposição de resíduos indiferenciados poderá estar sobredimensionada para as necessidades dos consumidores. Isto porque, com base nos dados do ano 2009 relativos aos quantitativos do circuito N11 e molok na Zona do Lidador, estima-se que sejam produzidos em média 83kg de indiferenciados/mês por cada habitação/comércio. Tendo este valor em mente isto significaria que cada habitação precise em média de quase doze dias para encher um contentor de 90l, o que poderá obrigar as pessoas a colocar o contentor à recolha mesmo que esse não se encontre cheio (e pagar como se estivesse) apenas para evitar guardar esses resíduos durante todo esse período.

Na minha opinião a solução deveria passar por oferecer a possibilidade de escolha por parte de cada habitação uni/bifamiliar do volume do seu contentor, dentro de um intervalo de volumes estipulado pela entidade gestora. Desse modo cada produtor estaria assim a definir, mesmo que baseado em estimativas, a quantidade que pretendia de facto apresentar à recolha, sabendo que seria cobrado pelo volume total do contentor. Existiria assim uma opção de escolha do cidadão e até uma auto-responsabilização relativamente à produção de resíduos, ao invés de ser uma imposição definida pela entidade gestora que poderia ser tomada como injusta e portanto ineficaz. Esta situação é de extrema importância ao nível da equidade do sistema, podendo a mesma estar comprometida com a adopção de uma estrutura do tipo da que se propõe.

Em todo o caso, esta solução teria de ser ponderada com a restante estrutura de gestão, como é por exemplo o caso do veículo de recolha que teria de estar apto a receber contentores de menor dimensão, caso fosse essa a escolha do cidadão.

No entanto, e para efeitos do projecto piloto que aqui se apresenta, a opção encontrada para este tipo de habitação relativamente aos resíduos indiferenciados resultou do facto de se pretender reutilizar uma estrutura já existente na zona, evitando assim um custo adicional com a aquisição de novos equipamentos de deposição.

Relativamente às simulações apresentadas no ponto 7 deste relatório assumiu-se que os hábitos de deposição de resíduos da população da zona piloto se irão alterar de um comportamento actual, em que os resíduos são entregues sempre que existe recolha, para um novo cenário em que cidadãos colocarão para deposição os resíduos indiferenciados apenas quando os seus contentores se encontrarem cheios (isto no caso dos clientes com contentor individual). Obviamente com este novo modelo tarifário os consumidores que mantiverem o actual hábito de entregar resíduos sempre que possível irão ver a sua tarifa de resíduos aumentar significativamente, em relação à actual, decorrente do facto de se estabelecer com este novo modelo uma relação directa entre as quantidades produzidas e o valor a pagar.

## **9. Conclusões**

O presente trabalho procurou descrever a estrutura técnica e de carácter económico-financeiro associada à implementação de um novo modelo de gestão de resíduos suportado na tecnologia RFID, sob um conceito PAYT, para uma zona piloto bem definida do Município da Maia.

A zona piloto definida para implementação deste projecto, dado ser uma área que já foi bem caracterizada em estudos anteriores, revelou-se a localização ideal para iniciar a efectivação da implementação deste projecto. Com efeito, pretende-se introduzir um modelo de gestão que permita estabelecer uma relação directa entre o produtor e o "produzido" de forma a que daí resulte uma situação de tarifação de RSU mais coerente com o princípio do poluidor-pagador. Serão assim introduzidas duas formas de identificação dos produtores, conforme o tipo de estrutura de deposição de resíduos utilizada: a identificação do produtor através de um chip colocado no contentor individual e a identificação do produtor através de uma *smart-key*, no caso de um contentor partilhado.

Toda a estrutura técnica necessária ao desenvolvimento deste projecto implica, inevitavelmente, um investimento financeiro significativo que poderá, muitas vezes, ser visto como um obstáculo quando se pensa em alargar o seu âmbito de aplicação a um nível municipal. No entanto, o desenvolvimento da nova tarifa de RSU para a zona piloto, com uma componente fixa de 4,59€/mês para utilizadores domésticos e de 6,89€/mês para utilizadores não domésticos, revela que é possível garantir um retorno do investimento efectuado e um nível de receitas que permita assegurar os custos de fornecimento do serviço. Por sua vez, a cobrança de uma componente variável em função do volume de resíduos produzidos, além de transmitir um sinal de incentivo à redução da produção de resíduos e ao aumento da separação selectiva, permite garantir que cada produtor estará a contribuir para a valorização final dos seus resíduos.

A introdução deste novo sistema irá implicar uma alteração de comportamentos ao nível da população, o que poderá muitas vezes revelar-se uma dificuldade. Importa dessa forma garantir que serão tomadas importantes medidas a todos os níveis e, especialmente, ao nível da fiscalização e penalização, de forma a evitar a adopção de comportamentos menos correctos, como é o caso da deposição ilegal de resíduos.

Considera-se que a adopção de um sistema deste tipo poderá ser a solução que permitirá ao Município da Maia atender aos objectivos preconizados no PERSU II e a solução que garantirá a existência de um equilíbrio económico-financeiro que assegure a sustentabilidade do sistema de gestão de resíduos.

Tendo-se focado este trabalho na implementação da tecnologia RFID, sob um modelo PAYT, para uma determinada zona piloto, considera-se importante explorar em futuros trabalhos a situação de alargamento de um projecto deste tipo a todo o Município da Maia. Para isso seria necessária a realização de uma caracterização aprofundada da estrutura territorial de todo o Município de modo a perceber que tipo de sistema PAYT seria o adequado a cada situação, bem como um estudo económico-financeiro sobre a situação actual e esperada após introdução do novo modelo, com o objectivo de perceber até que ponto a sua implementação seria interessante em termos de garantia da sustentabilidade do sistema de gestão para todo o Município.

## **Bibliografia**

- Abdoli, S. (2009). *RFID Application in Municipal Solid Waste Management System*. International Journal of Environmental Research, 3(3): 447-454.
- (APA) Agência Portuguesa do Ambiente (2011). Plano Nacional de Gestão de Resíduos 2011-2020. Proposta de PNGR.
- Batllevell, M., Hanf, K. (2008). *The fairness of PAYT systems: Some guidelines for decision-makers*. Waste Management 28. 2793-2800.
- Bilitewski, B. (2003). *What decision makers want to know*. PAYT: Submission of WP 3 Deliverable. EVK4-CT-2000-00021
- Bilitewski, B. (2008). *From traditional to modern fee systems*. Waste Management 28, 2760-2766.
- Bilitewski, B., Habil, Ing. (2008). *Pay-as-you-throw- A tool for urban waste management*. Waste Management 28, 2759.
- Cabeças, A., Levy, J. (2008). *Resíduos Sólidos Urbanos - Princípios e Processos*. AEPSA.
- (EC) European Commission (2007a). Information Society and Media. *European Research on RFID: Radio-Frequency Identification tags*.
- (EC) European Commission (2007b). Information Society and Media. *Radio Frequency Identification RFID: The Internet of things*.
- (EC) European Commission - Eurostat (2010). *Environmental Statistics and accounts in Europe*. Eurostat Statistical Books.
- (EC) European Commission - Eurostat (2011). *Key Figures on Europe*. Eurostat Pocketbooks.
- (EPA) Environmental Protection Agency (2011). <http://www.epa.gov/osw/conservation/tools/payt/top13.htm>
- (ERSAR) Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (2010a). *Relatório Anual do Sector de Águas e Resíduos em Portugal (2009)*. Volume 1 - Caracterização geral do sector.
- (ERSAR) Entidade Reguladora dos Serviços de Águas e Resíduos (2010b). Recomendação ERSAR n.º2/2010. *Critérios de cálculo para a formação de*

*tarifários aplicáveis aos utilizadores finais dos serviços públicos de abastecimento de água para consumo humano, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos. "Critérios de Cálculo".*

França, Antonieta. (2009). *Estudo Preliminar Para Implementação De Um Sistema PAYT No Município da Maia - Lidador*. Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente - Ramo de Gestão, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.

Gonçalves, B. (2010). *Aplicação do Sistema Pay-As-You-Throw no Município de Lagoa - Conceção e Implementação*. Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente na Área de Especialização em Tecnologias Ambientais.

GT Environmental, Inc. (2010). *Creating Economic Incentives*. Hamilton County Solid Waste Management District.

(INE) Instituto Nacional de Estatística (2010). *Estatísticas do Ambiente 2009*. Estatísticas Oficiais.

(INE) Instituto Nacional de Estatística (2011a). Divisões Territoriais. <http://mapas.ine.pt/map.phtml>.

(INE) Instituto Nacional de Estatística (2011b). Censos 2011: Principais Resultados. [http://www.ine.pt/scripts/flex\\_v10/Main.html](http://www.ine.pt/scripts/flex_v10/Main.html).

(IRAR) Instituto Regulador de Águas e Resíduos (2009). Recomendação IRAR n.º1/2009. *Formação de Tarifários aplicáveis aos utilizadores finais dos serviços públicos de abastecimento de água para consumo humano, de saneamento de águas residuais urbanas e de gestão de resíduos urbanos. "Recomendação Tarifária"*.

Kelleher, M., Robins, J., Dixie, J. (2005). *Taking Out The Trash: How to Allocate the Costs Farly*. C.D. Howe Institute. ISSN 0824-8001.

Maiambiente, E.E.M. (2010). Relatório e Contas 2010.

Maiadigital: (<http://ambiente.maiadigital.pt/ambiente/residuos/politicas/?searchterm=None>) Acedido em 14/06/2011.

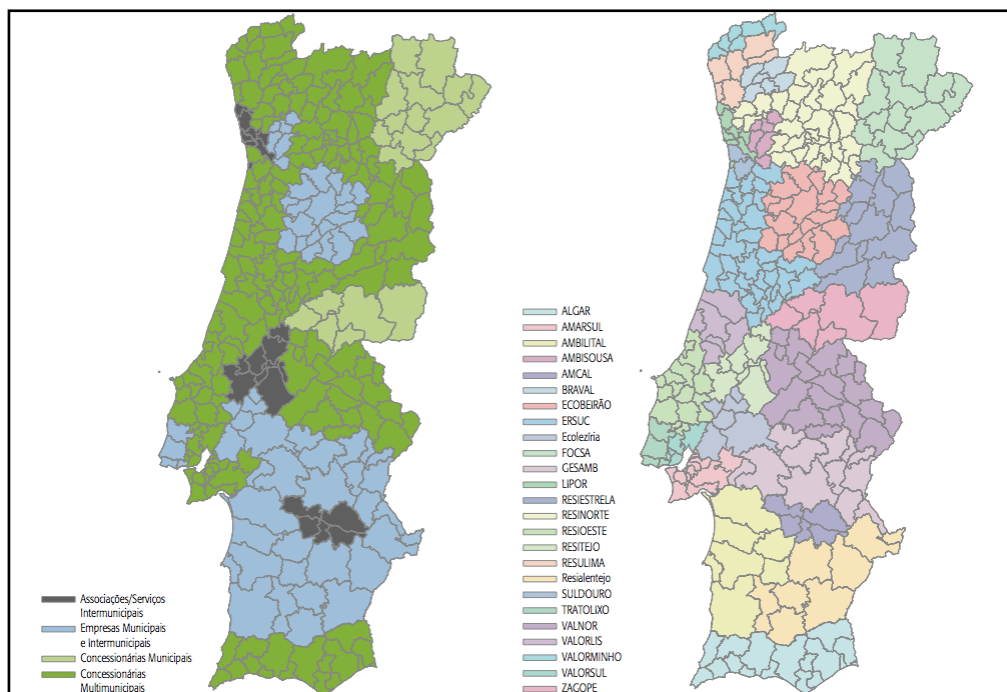
Marques, R. C. (2005). *Regulação de Serviços Públicos*. 1ª Edição. Edições Sílabo. ISBN: 972-618-380-4.

- Marques, R. C., Simões, P. (2010). *Institutional Development in the Urban Waste Market in Portugal. Market Structure, Regulation and Performance Analysis*. Waste Management Book.
- Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território e do Desenvolvimento Regional (2007). Plano Estratégico de Resíduos Sólidos Urbanos II - PERSU II - Portaria n.º187/2007 de 18 de Fevereiro. Diário da República, I Série, n.º30.
- (OECD) Organisation for Economic Co-operation and Development (2008). *RFID Applications, Impacts and Country Initiatives*. Directorate for Science, Technology and Industry. Committee for Information, Computer and Communications Policy. Working Party on the Information Economy.
- Panizza, A., Lindmark, S., Rotter, P. (2010). *RFID: Prospects For Europe. Item-Level Tagging and Public Transportation*. JRC Scientific and Technical Reports. Institute for Prospective Technological Studies.
- Reichenbach, J. (2008). *Status and prospects of pay-as-you-throw in Europe - A review of pilot research and implementation studies*. Waste Management 28, 2809-2814.
- Regulamento de Resíduos Sólidos do Concelho da Maia (2001). Diário da República, Apêndice N.º 39, II Série, N.º 78.
- Skumatz, L. A. (2008). *Pay as you throw in the US: Implementation, impacts, and experience*. Waste Management 28, 2778-2785.
- Vaz, Inês. (2009). *Estudo Para A Implementação De Um Sistema PAYT Na Zona do Litoral - Maia: Análise Sócio-Económica e Territorial*. Relatório de Projecto submetido para satisfação parcial dos requisitos do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente - Especialização em Gestão, da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto.
- Wyld, David C. (2010). *Taking Out The Trash (And The Recyclables): RFID and the Handling Of Municipal Solid Waste*. International Journal Of Software Engineering & Applications (IJSEA), Vol. 1, N.º 1.
- Wyatt, Josh. (2008). *Maximizing Waste Management Efficiency through the Use of RFID*. Leveraging RFID for Maximizing Waste Management Efficiency. Texas Instruments.

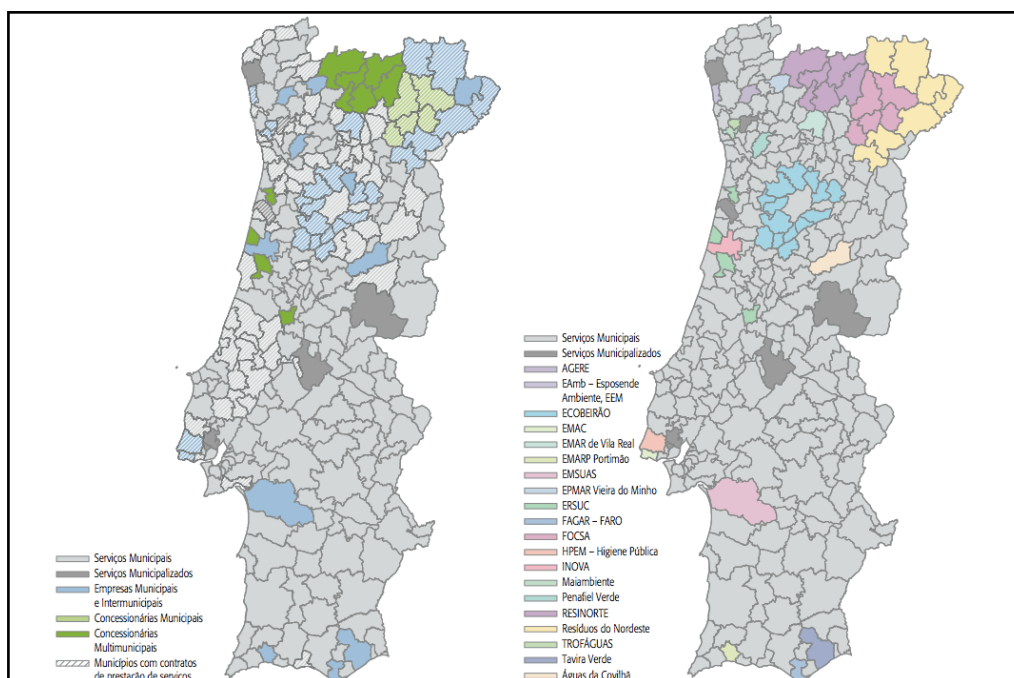
# Anexos



## Anexo A: Distribuição Geográfica das Entidades Gestoras de RSU



**Figura A.1** - Distribuição Geográfica das entidades gestoras de RSU indiferenciados em alta (Fonte: ERSAR, 2010)



**Figura A.2** - Distribuição Geográfica das entidades gestoras de RSU indiferenciados em baixa (Fonte: ERSAR, 2010)

## Anexo B: Casos de Aplicação do Modelo PAYT na Europa

País	Modelo PAYT	Descrição
Dinamarca	Sistema de pesagem	Neste tipo de sistema cada residência possui um contentor com determinada capacidade que, na altura de recolha, é pesado pelo veículo de recolha. A tarifa mais aplicada é constituída por duas componentes: uma fixa paga anualmente e uma variável em função do peso recolhido.
Bélgica	Pay-per-bag	Sob este sistema os municípios pagam determinado preço por cada saco específico para recolha que adquirem e uma taxa fixa anual que pode ser uma "Taxa de Resíduos Residencial" ou uma "Taxa Ambiental".
Luxemburgo	Combinação peso e volume	Neste sistema todos os recipientes de deposição de resíduos possuem um chip de identificação, sendo os mesmos pesados durante o processo de recolha, por veículos equipados para o efeito. A tarifa de resíduos é aplicada de acordo com o peso ou volume de cada contentor.
Alemanha	Combinação peso e volume	Este sistema funciona com marcos volumétricos aplicados nas tampas dos contentores, que se abrem com a introdução de um cartão magnético que identifica o munícipe e atribui uma taxa de resíduos em função do volume depositado.
Itália	Sistema de sacos etiquetados/ identificados	Nesta situação cada residente possui um cartão magnético, ao qual corresponde um código numérico, que é impresso sob a forma de um código de barras e colocado em cada saco usado. A tarifa aplicada é bi-partida, sendo que a parte variável depende do número de sacos recolhidos.

**Quadro B.1** - Casos de aplicação do modelo PAYT na Europa<sup>32</sup>

<sup>32</sup> Gonçalves, B. (2010). *Aplicação do Sistema Pay-As-You-Throw no Município de Lagoa - Conceção e Implementação*. Mestrado Integrado em Engenharia do Ambiente na Área de Especialização em Tecnologias Ambientais.

Província Espanhola	População abrangida	Modelo PAYT	Estrutura tarifária	Variação na produção de resíduos
Torrelles de Llobregat (Barcelona)	4,100	Pay-per-bag	Taxa fixa anual (€35) + taxa variável por saco adquirido	Aumento de materiais recicláveis de 33% para 89%.
Esporles (Ilha de Majorca)	4,600	Pay-per-bag	Taxa fixa anual (€90) + taxa variável por saco adquirido	Taxa de reciclagem aumentou de 46% para 73%; Produção total de resíduos diminuiu 23% (redução nos indiferenciados de 61.3%)
Argentona (Barcelona)	12,000	Pay-per-bag	Taxa fixa anual (€95) + taxa variável por saco adquirido	Redução de 10% na produção total de resíduos; Taxa de reciclagem aumentou ligeiramente de 64,7% para 65,7%
Canet de Mar (Barcelona)	14,000	Contentor com RFID	Taxa fixa anual + taxa variável por volume contentor	-
Miravet e Rasquera (Tarragona)	800 cada	Pay-per-bag	Taxa fixa anual (€40) + taxa variável por saco adquirido	Taxas de reciclagem aumentaram significativamente de 66% para 88% em Rasquera e de 84% para 93% em Miravet.

**Quadro B.2** - Casos de aplicação do modelo PAYT em Espanha<sup>33</sup>

<sup>33</sup> Forn, M. C., Ventosa, I. P., Vivanco, D. F. (2011). Pay-as-you-throw in Spain. ENT - Environment and Management. Waste Age.

## Anexo C: Caracterização do Sistema de Gestão de RSU do Município da Maia

Recolha PaP Resíduos Indiferenciados	Frequência	Circuitos	Trabalhadores	Cobertura
Habitacões Unifamiliares e Multifamiliares dentro da cidade	3x/semana	6 nocturnos	9 (6 dias/semana)	35.000 habitantes
Habitacões Unifamiliares e Multifamiliares fora da cidade	3x/semana	11 nocturnos + 7 diurnos	27 (6 dias/semana)	110.000 habitantes
Comércio e Serviços	1x/semana a 3x/semana	5 diurnos	3 (5 dias/semana)	1.000 clientes
Empresas	2x/semana	6 diurnos	9 (4 dias/semana)	1.000 empresas

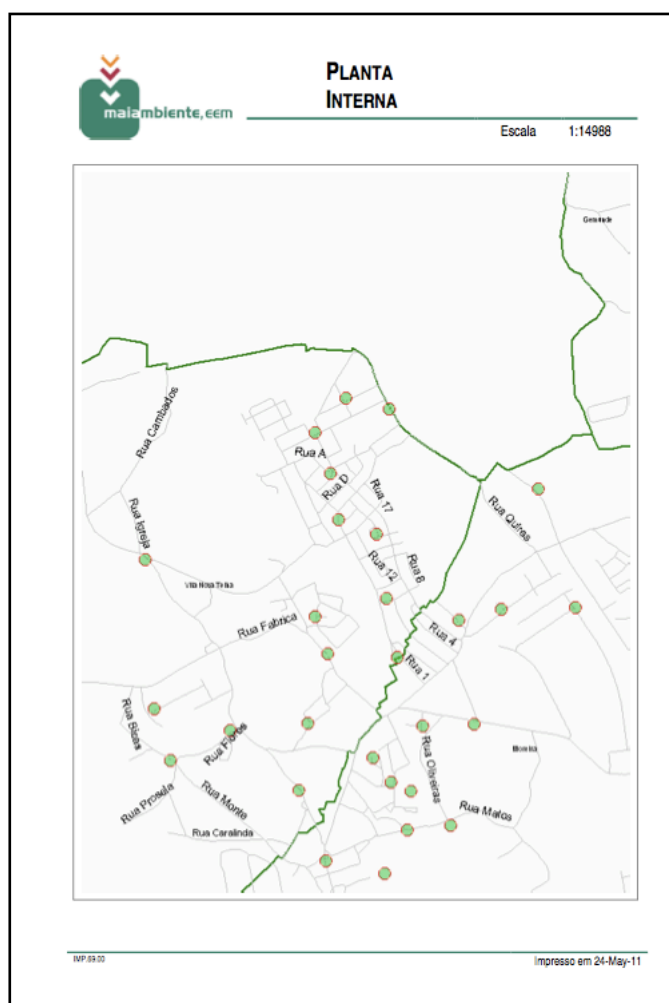
**Quadro C.1** - Organização dos serviços de recolha PaP de resíduos indiferenciados (Fonte: Maiambiente)

Recolha PaP Resíduos Recicláveis	Tipo de Resíduos	Frequência	Circuitos	Trabalhadores	Cobertura
Habitacões Multifamiliares dentro da cidade	Papel e Embalagens	1x/semana	6 nocturnos	3 (6 dias/semana)	35.000 habitantes
	Vidro	2x/mês	1 diurno	3 (2 dias/mês)	250 edifícios/ 15.000 habitantes
Habitacões Multifamiliares fora da cidade	Papel e Embalagens	1x/semana	5 diurnos	3 (5 dias/semana)	600 edifícios/ 30.000 habitantes
	Vidro	2x/mês	5 diurnos	3 (1 dia/semana)	600 edifícios/ 30.000 habitantes
Empresas	Papel e Embalagens	2x/mês	3 diurnos	9 (1 dia/semana)	400 empresas
Restauração	Orgânicos	3x/semana	2 diurnos	6 (3 dias/semana)	200 restaurantes/ cantinas

**Quadro C.2** - Organização dos serviços de recolha PaP de resíduos recicláveis (Fonte: Maiambiente)

Tarifa de Resíduos Sólidos Urbanos			
Ano		2011	
Tipo Utente		Componente Fixa (€/mês)	Componente Variável (€/m³)
Habitação	Com ligação à rede pública de água	1,65	0,60
	Sem ligação à rede pública de água	4,99	-
Comércio/Indústria	Com ligação à rede pública de água	9,99	0,71
	Sem ligação à rede pública de água	19,97	-
Instituição		4,99	-
Condomínio Comércio/Indústria		4,99	-

**Quadro C.3** - Tarifa de Resíduos Sólidos Urbanos para o ano de 2011 (Fonte: Maiambiente)

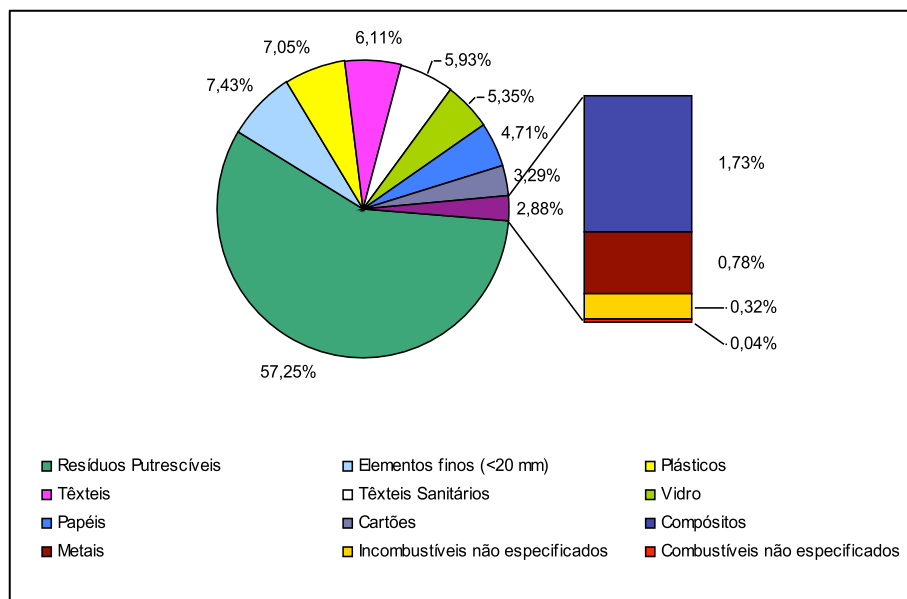


**Figura C.1** - Ecopontos existentes na área de estudo e zona envolvente



**Figura C.2** - Circuito dedicado do Lidador - N11 (Fonte: Maiaambiente)

## Anexo D: Caracterização de RSU da zona piloto



**Figura D.1** - Composição física média dos resíduos indiferenciados produzidos no Lizador (% em peso) [França, 2009]

## Anexo E: Principais tipologias habitacionais na zona piloto



**Figura E.1** - Exemplo de habitação colectiva em altura na zona piloto.



**Figura E.2** - Exemplo de habitação colectiva em altura com serviços na zona piloto.



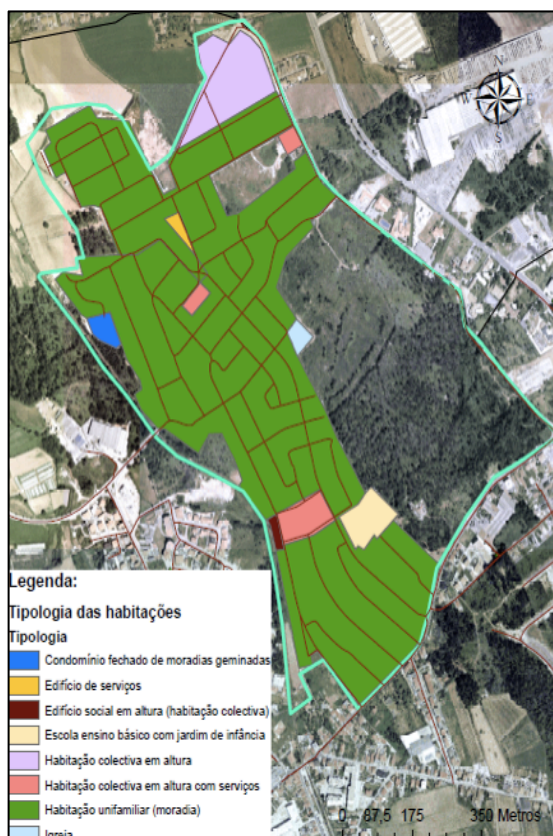
**Figura E.3** - Edifícios de habitação social na zona piloto.



**Figura E.4** - Exemplo de habitações unifamiliares/bifamiliares na zona piloto.



## Anexo F: Caracterização Territorial da zona piloto



**Figura F.1** - Tipologia de habitações existentes na área de estudo (Fonte: Vaz, 2009)





**Figura F.2** - Locais com deposição ilegal e casas abandonadas na área de estudo (Fonte: Vaz, 2009)



## Anexo G: Inquéritos Porta-a-Porta

### Anexo G1: Inquérito a Habitações Unifamiliares

Data: \_\_\_\_\_

**INQUÉRITO A RESIDENTES EM HABITAÇÕES UNIFAMILIARES**

**Objectivo:** Análise dos hábitos e padrões dos habitantes relativamente à gestão e produção de resíduos.

1. Morada: \_\_\_\_\_  
Contacto: \_\_\_\_\_

2. Abastecimento de água: ☐ Rede pública ☐ Furo ☐ Poço

3. Sexo do Inquirido: ☐ Feminino ☐ Masculino

**PARTE I: PERFIL SÓCIO-DEMOGRÁFICO**

1. Responda às questões sobre cada residente da habitação:

Residente	Idade	Estado Civil <sup>1</sup>	Habilitações Literárias <sup>2</sup>	Situação de emprego <sup>3</sup>	Profissão <sup>4</sup>	Local de trabalho (zona, freguesia)	Meio de transporte utilizado nas deslocações
Residente (Inquirido)							
Residente 2							
Residente 3							
Residente 4							
Residente 5							
Total residentes:							

(Legenda anexa ao inquérito)

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

2. Tem animais domésticos?  
☐ Sim. Quantos? \_\_\_\_ Quais? \_\_\_\_\_  
☐ Não.

**PARTE II: CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ACTUAL E DOS HÁBITOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS**

1. Possui algum contentor próprio para deposição de resíduos indiferenciados (distribuído em 2004 pela Maambiente)?  
☐ Sim. Que volume? \_\_\_\_  
☐ Não.

2. Se respondeu "Não" na questão anterior diga porque motivo não possui o contentor?  
☐ Não recebeu.  
☐ Recebeu mas utiliza para outro efeito.  
☐ Recebeu mas entretanto estragou-se.  
☐ Recusou-se a receber.  
☐ Outro motivo. Qual? \_\_\_\_\_

3. Qual a área média do jardim da sua propriedade? \_\_\_\_ m<sup>2</sup>

4. Possui algum compostor doméstico para resíduos orgânicos?  
☐ Sim.  
☐ Não.

5. A que horas costuma colocar o contentor de resíduos indiferenciados na rua e a que horas o vai recolher?  
Hora a que coloca na rua: \_\_\_\_ Hora a que vai recolher: \_\_\_\_

6. Tem por hábito efectuar a separação de resíduos recicláveis?  
☐ Sim.  
☐ Não. Passe à pergunta 10.


LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

7. Se sim, que tipo de resíduos costuma separar? Em relação aos resíduos que não separa indique o motivo.

Resíduos	Separa	Não separa	Porque motivo não separa <sup>1</sup>
Resíduos alimentares			
Resíduos verdes			
Papel e cartão			
Vidro			
Embalagens			
Pilhas e baterias			
Tinteiros e toners			
Óleos alimentares usados			
Outro tipo de resíduo. Qual?			

<sup>1</sup> Produzo poucos resíduos; Não tenho espaço suficiente; Não se recebe nada por isso; Nunca pensei nisso; Não sei como separar; Não tenho tempo; O ecoponto está longe/cheio/sujo; Não existe local de deposição; Outra razão.

8. Qual é o ecoponto que utiliza? (assinale no mapa) Outro: \_\_\_\_\_



9. Porque escolhe utilizar esse ecoponto?  
É o mais perto de sua casa.  
É o mais limpo.  
É o que está mais vazio.  
Outro: \_\_\_\_\_

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

## Anexo G: Inquéritos Porta-a-Porta

### Anexo G1: Inquérito a Habitações Unifamiliares

10. Porque motivo não efectua separação de resíduos? (Se respondeu "Sim" na questão 6 ignore esta pergunta.)
- ☐ Informação insuficiente
  - ☐ Não entende qual o benefício de o fazer ou não considera importante
  - ☐ Não tem espaço
  - ☐ Considera uma tarefa difícil
  - ☐ Fazia separação se tivesse recolha selectiva porta-a-porta
  - ☐ Não tem tempo para fazer a separação e ir colocar os resíduos no ecoponto

11. Qual o destino que confere aos resíduos que produz? (Pode ser assinalada mais que uma opção em cada linha)

Tipo de Resíduo	Coloco no contentor de indiferenciados	Coloco no compostor doméstico	Utilizo para alimentar os animais	Transporto para o ecocentro	Deposito no ecoponto	Utilizo os serviços gratuitos de recolha porta-a-porta	Outros
Resíduos indiferenciados (mistos)							
Resíduos alimentares							
Resíduos verdes							
Resíduos recicláveis (papel, embalagens, vidro)							
Resíduos volumosos							
Resíduos eléctricos e electrónicos							

12. Qual o destino que confere aos óleos alimentares usados (OAU)?

- ☐ Coloco juntamente com os resíduos indiferenciados
- ☐ Transporto para o ecocentro
- ☐ Deposito no lava-loiças
- ☐ Outro. Qual?

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

#### PARTE III: CARACTERIZAÇÃO DOS HÁBITOS DE PRODUÇÃO, INTERESSE E CONHECIMENTO

1. Que tipo de resíduos produz em maior quantidade? (Ordene por ordem crescente)

- ☐ Papel e Cartão
- ☐ Resíduos alimentares
- ☐ Resíduos verdes
- ☐ Embalagens
- ☐ Vidro
- ☐ Óleos alimentares usados
- ☐ Outro tipo de resíduos. Quais?

2. Diga em média,

	Resíduos Indiferenciados	Embalagens	Papel/Cartão	Vidro	Resíduos Orgânicos
Tipo de recipiente usado para deposição <sup>1</sup>					
N.º de contentores/sacos utilizados para deposição de resíduos					
Volume dos contentores/sacos utilizados					
Frequência de colocação dos contentores/sacos para recolha <sup>2</sup>					
Coloca os contentores/sacos para recolha quando estão <sup>3</sup>					

<sup>1</sup> Saco plástico (tipo supermercado), mini-ecoponto, saco próprio para lixo, contentor, outro

<sup>2</sup> Todos os dias; Dia sim, dia não; Sempre que é efectuada a recolha porta-a-porta (3ª, 6ª e sábado); Com uma periodicidade quinzenal; Superior a 15 dias

<sup>3</sup> Menos de meio, meio, mais de meio ou cheio.

3. Possui na sua caixa de correio o autocolante "Publicidade Não Endereçada - Aqui Não"?

- ☐ Sim.
- ☐ Não.

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

4. Está satisfeito com o actual sistema de recolha de resíduos?

- ☐ Muito satisfeito
- ☐ Satisfeito
- ☐ Indiferente
- ☐ Insatisfeito
- ☐ Muito insatisfeito

5. Sabe quanto paga pelos resíduos que produz?

- ☐ Sim. Quanto? \_\_\_\_\_
- ☐ Não.

6. Conhece os serviços gratuitos (por solicitação) de recolha porta-a-porta de resíduos verdes, objectos volumosos e REEE (resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos)?

- ☐ Sim.
- ☐ Não.

7. Sabe qual é o ecocentro mais próximo?

- ☐ Sim. Onde?
- ☐ Não.

8. Acha que deveria existir um sistema de compostagem de resíduos orgânicos?

- ☐ Sim. Individual ou comunitário?
- ☐ Não. Porque motivo?

- 8.1 Se comunitário, em que local?

- ☐ Num local próximo da sua área de residência
- ☐ Outro. Qual?

9. Conhece o projecto "Horta-à-porta"?

- ☐ Sim.
- ☐ Não.

10. Se sim, usufrui desse projecto?

- ☐ Sim. Onde?
- ☐ Não.

11. Se não conhece e/ou não usufrui gostaria de fazer parte do projecto?

- ☐ Sim. Qual a distância máxima?
- ☐ Não.

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

12. Estaria disposto a receber um contentor para resíduos orgânicos, sabendo que teria recolha porta-a-porta?

- ☐ Sim.
- ☐ Não.

13. Estaria disposto a receber 3 contentores para os 3 fluxos de recicláveis (amarelo, azul e verde) sabendo que teria recolha porta-a-porta?

- ☐ Sim.
- ☐ Não.

14. Considera-se devidamente informado sobre a forma correcta de separar resíduos?

- ☐ Sim.
- ☐ Não. Porque motivo?

15. Sabe qual o destino dos resíduos indiferenciados e recicláveis que produz?

- ☐ Sim. Qual o destino? Indiferenciados: \_\_\_\_\_ Recicláveis: \_\_\_\_\_
- ☐ Não.

16. Sabe qual o custo por habitante associado à recolha e tratamento de resíduos?

- ☐ Sim.
- ☐ Não.

17. Considera importante a temática dos resíduos?

- ☐ Sim.
- ☐ Não.

18. Sabe o que é a Prevenção de Resíduos?

- ☐ Sim.
- ☐ Não.

19. Tem acesso à Internet?

- ☐ Sim.
- ☐ Não.



20. Gostaria de ter um sistema informatizado de gestão de resíduos?

- ☐ Sim.
- ☐ Não.

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

## Anexo G: Inquéritos Porta-a-Porta

### Anexo G2: Inquérito a Habitações Multifamiliares

lipor   Data: \_\_\_\_\_

**INQUÉRITO A RESIDENTES EM HABITAÇÕES MULTIFAMILIARES**

**Objectivo:** Análise dos hábitos e padrões dos habitantes relativamente à gestão e produção de resíduos.

1. Morada: \_\_\_\_\_ Área útil da habitação: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
Contacto: \_\_\_\_\_ Tipologia: \_\_\_\_\_

2. Abastecimento de água: ☐ Rede pública ☐ Furo ☐ Poço

3. Sexo do inquirido: ☐ Feminino ☐ Masculino

**PARTE I: PERFIL SÓCIO-DEMOGRÁFICO**

1. Responda às questões sobre cada residente da habitação:

Residente	Idade	Estado Civil <sup>1</sup>	Habilitações Literárias <sup>1</sup>	Situação de emprego <sup>1</sup>	Profissão <sup>1</sup>	Local de trabalho (zona, freguesia)	Meio de transporte utilizado nas deslocações
Residente (inquirido)							
Residente 2							
Residente 3							
Residente 4							
Residente 5							
Total residentes:							

(Legenda anexa ao inquérito)

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

3. Tem animais de estimação?  
☐ Sim. Quantos? \_\_\_\_\_ Quais? \_\_\_\_\_  
☐ Não.

**PARTE II: CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ACTUAL E DOS HÁBITOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS**

1. Tem por hábito efectuar a separação de resíduos recicláveis?  
☐ Sim.  
☐ Não. Passe à pergunta 5.


2. Se sim, que tipo de resíduos costuma separar? Em relação aos resíduos que não separa indique o motivo.

Resíduos	Separa	Não separa	Porque motivo não separa <sup>1</sup>
Resíduos alimentares			
Resíduos verdes			
Papel e Cartão			
Vidro			
Embalagens			
Pilhas e baterias			
Tinteiros e toners			
Óleos alimentares usados			
Outro tipo de resíduo. Qual?			

<sup>1</sup> Produzo poucos resíduos; Não tenho espaço suficiente; Não se recebe nada por isso; Nunca pensei nisso; Não sei como separar; Não tenho tempo; O ecoporto está longe/cheio/sujo; Não existe local de deposição; Outra razão.

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

3. Qual é o ecoporto que utiliza? (assinale no mapa) Outro: \_\_\_\_\_



4. Porque escolhe utilizar esse ecoporto?  
☐ É o mais perto de sua casa.  
☐ É o mais limpo.  
☐ É o que está mais vazio.  
☐ Outro: \_\_\_\_\_

5. Porque motivo não efectua separação de resíduos? (Se respondeu 'Sim' na questão 1 ignore esta pergunta.)  
☐ Informação insuficiente  
☐ Não entende qual o benefício de o fazer ou não considera importante  
☐ Não tem espaço  
☐ Considera uma tarefa difícil  
☐ Fazia separação se tivesse recolha selectiva porta-a-porta  
☐ Não tem tempo para fazer a separação e ir colocar os resíduos no ecoporto

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

## Anexo G: Inquéritos Porta-a-Porta

### Anexo G2: Inquérito a Habitações Multifamiliares

6. Qual o destino que confere aos resíduos que produz? (Pode ser assinalada mais que uma opção em cada linha)

Tipo de Resíduo	Casa do lixo	Contentor público tipo "Moxa"	Utilizo compostor	Transporto para o ecocentro	Deposito no ecoponto	Utilizo os serviços gratuitos de recolha porta-a-porta	Outros
Resíduos indiferenciados (mistos)							
Resíduos alimentares							
Resíduos verdes							
Resíduos recicláveis (papel, embalagens, vidro)							
Resíduos volumosos							
Resíduos eléctricos e electrónicos							

7. Qual o destino que confere aos óleos alimentares usados (OAU)?

☐ Coloco juntamente com os resíduos indiferenciados

☐ Transporte para o ecocentro

☐ Deposito no lava-óleos

☐ Outro. Qual?

**PARTE III: CARACTERIZAÇÃO DOS HÁBITOS DE PRODUÇÃO, INTERESSE E CONHECIMENTO**

1. Que tipo de resíduos produz em maior quantidade? (Ordene por ordem crescente)

☐ Papel e Cartão ☐ Resíduos alimentares ☐ Resíduos verdes

☐ Embalagens ☐ Vidro ☐ Óleos alimentares usados

☐ Outro tipo de resíduos. Quais?

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

2. Diga em média,

	Resíduos Indiferenciados	Embalagens	Papel/Cartão	Vidro	Resíduos Orgânicos
Tipo de recipiente usado para deposição?					
N.º de contentores/sacos utilizados para deposição de resíduos					
Volume dos contentores/sacos utilizados					
Frequência de colocação dos contentores/sacos para recolha?					
Coloca os contentores/sacos para recolha quando está?					

<sup>1</sup> Saco plástico (tipo supermercado), mini-ecoponto, saco próprio para lixo, contentor, outro

<sup>2</sup> Todos os dias; Dia sim, dia não; Sempre que é efectuada a recolha porta-a-porta (3ª, 5ª e sábado); Com uma periodicidade quinzenal; Superior a 15 dias

<sup>3</sup> Menos de meio, meio, mais de meio ou cheio.

3. Possui na caixa de correio o autocollante "Publicidade Não Endereçada - Aqui Não"?

☐ Sim.

☐ Não.

4. Está satisfeito com o actual sistema de recolha de resíduos?

☐ Muito satisfeito ☐ Satisfeito ☐ Indiferente ☐ Insatisfeito ☐ Muito insatisfeito

5. Sabe quanto paga pelos resíduos que produz?

☐ Sim. Quanto? \_\_\_\_\_

☐ Não.

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

6. Conhece os serviços gratuitos (por solicitação) de recolha porta-a-porta de resíduos verdes, objectos volumosos e REEE (resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos)?

☐ Sim.

☐ Não.

7. Sabe qual é o ecocentro mais próximo?

☐ Sim. Onde?

☐ Não.

8. Acha que deveria existir um sistema de compostagem de resíduos orgânicos?

☐ Sim. Individual ou comunitário?

☐ Não. Porque motivo?

8.1 Se comunitário, em que local?

☐ No jardim do seu prédio

☐ Num local próximo da sua área de residência

☐ Outro. Qual?

9. Conhece o projecto "Horta-à-porta"?

☐ Sim.

☐ Não.

10. Se sim, usufrui desse projecto?

☐ Sim. Onde?

☐ Não.

11. Se não conhece e/ou não usufrui gostaria de fazer parte do projecto?

☐ Sim. Qual a distância máxima?

☐ Não.

12. Considera-se devidamente informado sobre a forma correcta de separar resíduos?

☐ Sim.

☐ Não. Porque motivo?

13. Sabe qual o destino dos resíduos indiferenciados e recicláveis que produz?

☐ Sim. Qual o destino? Indiferenciados: \_\_\_\_\_ Recicláveis: \_\_\_\_\_

☐ Não.

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

14. Sabe qual o custo por habitante associado à recolha e tratamento de resíduos?

☐ Sim.

☐ Não.

15. Considera importante a temática dos resíduos?

☐ Sim.

☐ Não.

16. Sabe o que é a Prevenção de Resíduos?

☐ Sim.

☐ Não.

17. Tem acesso à Internet?

☐ Sim.

☐ Não.

18. Gostaria de ter um sistema informatizado de gestão de resíduos?

☐ Sim.

☐ Não.

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

## Anexo G: Inquéritos Porta-a-Porta

### Anexo G3: Inquérito a Comércio/Serviços

Data: \_\_\_\_\_

**INQUÉRITO A COMÉRCIO E SERVIÇOS**

**Objectivo:** Análise dos hábitos e padrões dos habitantes relativamente à gestão e produção de resíduos.

1. Morada: \_\_\_\_\_ Área útil estabelecimento: \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>  
Contacto: \_\_\_\_\_

2. Abastecimento de água: ☐ Rede pública ☐ Furo ☐ Poço

PARTE I: IDENTIFICAÇÃO DO COMÉRCIO/SERVIÇO

1. Tipologia (restaurante, café, florista, etc.): \_\_\_\_\_  
CAE: \_\_\_\_\_

2. Horário de funcionamento: \_\_\_\_\_

3. Número de trabalhadores: \_\_\_\_\_

4. Durante quanto tempo e quando encerra para férias? \_\_\_\_\_

PARTE II: CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO ACTUAL E DOS HÁBITOS DE GESTÃO DE RESÍDUOS

1. Possui algum contentor próprio para deposição de resíduos indiferenciados (distribuído em 2004 pela Maambiente)?  
☐ Sim. Que volume? \_\_\_\_\_  
☐ Não.

2. Se respondeu "Não" na questão anterior diga porque motivo não possui o contentor?  
☐ Não recebeu.  
☐ Recebeu mas utiliza para outro efeito.  
☐ Recebeu mas entretanto estragou-se.  
☐ Recusou-se a receber.  
☐ Outro motivo. Qual? \_\_\_\_\_

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW


3. Tem por hábito efectuar a separação de resíduos recicláveis?  
☐ Sim.  
☐ Não. Passe à pergunta 7.

4. Se sim, que tipo de resíduos costuma separar? Em relação aos resíduos que não separa indique o motivo.

Resíduos	Separa	Não separa	Porque motivo não separa <sup>1</sup>
Resíduos alimentares			
Resíduos verdes			
Papel e cartão			
Vidro			
Embalagens			
Pilhas e baterias			
Tinteiros e toners			
Óleos alimentares usados			
Outro tipo de resíduo. Qual?			

<sup>1</sup> Produzo poucos resíduos; Não tenho espaço suficiente; Não se recebe nada por isso; Nunca pensei nisso; Não sei como separar; Não tenho tempo; O ecoponto está longe/cheio/rujo; Não existe local de deposição; Outra razão.

5. Qual é o ecoponto que utiliza? (assinale no mapa) Outro: \_\_\_\_\_



LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

6. Porque escolhe utilizar esse ecoponto?  
☐ É o mais perto do seu estabelecimento.  
☐ É o mais limpo.  
☐ É o que está mais vazio.  
☐ Outro: \_\_\_\_\_

7. Porque motivo não efectua separação de resíduos? (Se respondeu "Sim" na questão 3 ignore esta pergunta.)  
☐ Informação insuficiente  
☐ Não entende qual o benefício de o fazer ou não considera importante  
☐ Não tem espaço  
☐ Considera uma tarefa difícil  
☐ Fazia separação se tivesse recolha selectiva porta-a-porta  
☐ Não tem tempo para fazer a separação e ir colocar os resíduos no ecoponto

8. Qual o destino que confere aos resíduos que produz? (Pode ser assinalada mais que uma opção em cada linha)

Tipo de Resíduo	Coloco no contentor de indiferenciados	Contentor público tipo "Molok"	Coloco no compostor	Deposito no ecoponto	Transporto para o ecocentro	Utilizo os serviços gratuitos de recolha porta-a-porta	Outros
Resíduos indiferenciados (mistos)							
Resíduos alimentares							
Resíduos verdes							
Resíduos recicláveis (papel, embalagens, vidro)							
Resíduos Volumosos							
Resíduos eléctricos e electrónicos							

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

## Anexo G: Inquéritos Porta-a-Porta

### Anexo G3: Inquérito a Comércio/Serviços

9. Qual o destino que confere aos óleos alimentares usados (DAU)?

- ☐ Coloco juntamente com os resíduos indiferenciados  
☐ Transporte para o ecocentro  
☐ Depósito no lava-loiças  
☐ Outro, Qual?

#### PARTE III: CARACTERIZAÇÃO DOS HÁBITOS DE PRODUÇÃO, INTERESSE E CONHECIMENTO

1. Que tipo de resíduos produz em maior quantidade no seu estabelecimento? (Ordene por ordem crescente)

- ☐ Papel e Cartão ☐ Resíduos alimentares ☐ Resíduos verdes  
☐ Embalagens ☐ Vidro ☐ Óleos alimentares usados  
☐ Outro tipo de resíduos. Quais?

2. Diga em média,

	Resíduos Indiferenciados	Embalagens	Papel/Cartão	Vidro	Resíduos Orgânicos
Tipo de recipiente usado para deposição <sup>1</sup>					
N.º de contentores/sacos utilizados para deposição de resíduos					
Volume dos contentores/sacos utilizados					
Frequência de colocação dos contentores/sacos para recolha <sup>2</sup>					
Coloca os contentores/sacos para recolha quando estão <sup>3</sup>					

<sup>1</sup> Saco plástico (tipo supermercado); Mini-ecoponto; saco próprio para lixo; Contentor; Outro, Qual?

<sup>2</sup> Todos os dias; Da sim, da não; Sempre que é efectuada a recolha porta-a-porta (3ª, 5ª e sábado); Com uma periodicidade quinzenal; Superior a 15 dias

<sup>3</sup> Menos de meio; Meio; Mais de meio; Cheio.

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

3. Possui na caixa de correio o autocolante "Publicidade Não Endereçada - Aqui Não"?

- ☐ Sim.  
☐ Não.

4. Está satisfeito com o actual sistema de recolha de resíduos?

- ☐ Muito satisfeito ☐ Satisfeito ☐ Indiferente ☐ Insatisfeito ☐ Muito insatisfeito

5. Sabe quanto paga pelos resíduos que produz?

- ☐ Sim. Quanto? \_\_\_\_\_  
☐ Não.

6. Conhece os serviços gratuitos (por solicitação) de recolha porta-a-porta de resíduos verdes, objectos volumosos e REEE (resíduos de equipamentos eléctricos e electrónicos)?

- ☐ Sim.  
☐ Não.

7. Sabe qual é o ecocentro mais próximo?

- ☐ Sim. Onde?  
☐ Não.

8. Acha que deveria existir um sistema de compostagem de resíduos orgânicos?

- ☐ Sim. Individual ou comunitário?  
☐ Não. Porque motivo?

8.1 Se comunitário, em que local?

- ☐ Num espaço anexo ao seu estabelecimento.  
☐ Num local próximo do seu estabelecimento.  
☐ Outro, Qual? \_\_\_\_\_

9. Estaria disposto a receber um contentor para resíduos orgânicos, sabendo que teria recolha porta-a-porta?

- ☐ Sim.  
☐ Não. Porque motivo? \_\_\_\_\_

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

10. Estaria disposto a receber 3 contentores para os 3 fluxos de recicláveis (amarelo, azul e verde) sabendo que teria recolha porta-a-porta?

- ☐ Sim.  
☐ Não.

11. Considera-se devidamente informado sobre a forma correcta de separar resíduos?

- ☐ Sim.  
☐ Não. Porque motivo?

12. Sabe qual o destino dos resíduos que produz?

- ☐ Sim. Qual o destino? Indiferenciados: \_\_\_\_\_ Recicláveis: \_\_\_\_\_  
☐ Não.

13. Sabe qual o custo por habitante associado à recolha e tratamento de resíduos?

- ☐ Sim.  
☐ Não.

14. Considera importante a temática dos resíduos?

- ☐ Sim.  
☐ Não.

15. Sabe o que é a Prevenção de Resíduos?

- ☐ Sim.  
☐ Não.

16. Tem acesso à Internet?

- ☐ Sim.  
☐ Não.

17. Gostaria de ter um sistema informatizado de gestão de resíduos?

- ☐ Sim.  
☐ Não.

LIPOR - PROJECTO PAYT PAY AS YOU THROW

## Anexo H: Situação Económico-Financeira do Actual Sistema de Gestão de RSU

Rubrica	Custo Anual (€)
Custo relativo ao Molok	€635.00
Custo relativo aos Ecopontos	€1,890.00
Custo relativo aos contentores em compartimentos de lixo	€809.00
Custo relativo aos contentores individuais com identificação electrónica	€9,046.00
<b>Subtotal: Custo total dos equipamentos</b>	<b>€12,379.00</b>
Custo relativo à recolha do Molok	€374.00
Custo relativo à recolha de Ecopontos	€17,643.00
Custo relativo à recolha de recicláveis em compartimentos de lixo	€6,356.00
Custo relativo ao circuito N11	€32,589.00
Custo relativo ao software	€2,000.00
<b>Subtotal: Custo total relativo à recolha</b>	<b>€58,962.00</b>
Custo de entrega dos resíduos indiferenciados na Lipor II	€64,186.00
<b>Subtotal: Custo de entrega dos resíduos na Lipor II</b>	<b>€64,186.00</b>
<b>TOTAL DO ANO 2009</b>	<b>€135,527.00</b>

**Quadro H.1** - Síntese de custos do actual modelo de gestão de RSU (França 2009)



## Anexo I: Reestruturação do Actual Modelo de Gestão de RSU



**Figura I.1** - Exemplo dos novos equipamentos de deposição para as habitações uni/bifamiliares e comércio/serviços (1- etiqueta e identificador electrónico; 2- contentor 90l para resíduos indiferenciados; 3- contentores 140l para resíduos recicláveis)



**Figura I.2** - Exemplo dos novos equipamentos de deposição para as habitações multifamiliares com casa do lixo (1- contentor 1.100l com tambor de identificação (wastelock); 2- smart-key; 3- etiqueta e identificador electrónico; 4- contentores 240l para resíduos recicláveis)



**Figura I.3** - Exemplo dos novos equipamentos de deposição para as habitações multifamiliares sem casa do lixo e comércio/serviços (1- molok com tambor de identificação para resíduos indiferenciados; 2- smart-key; 3- moloks com tambor de identificação para resíduos recicláveis)



**Anexo I: Reestruturação do Actual Modelo de Gestão de RSU**

Tipo Habitação/ Comércio	Tipo Resíduo	Equipamento deposição actual	Reestruturação com tecnologia RFID
Habitações Unifamiliares e Comércio/Serviços	Resíduos Indiferenciados	Contentor 90l com identificador electrónico	Contentor 90l com novo identificador electrónico
	Resíduos Recicláveis (papel, embalagens, vidro)	Ecopontos	Contentores 140l + identificador electrónico
Habitações Multifamiliares com casa do lixo	Resíduos Indiferenciados	Contentor 800l	Contentor 1.100l + tambor identificação + smart key
	Resíduos Recicláveis (papel, embalagens, vidro)	Contentores 140l	Contentores 140l (3) + identificador electrónico
Habitações Multifamiliares sem casa do lixo e Comércio/ Serviços	Resíduos Indiferenciados	Molok	Molok + tambor identificação + smart key
	Resíduos Recicláveis (papel, embalagens, vidro)	Ecopontos	Moloks + tambor identificação + smart key

**Quadro I.1 -** Reestruturação dos equipamentos de deposição**Anexo J: Custos decorrentes da implementação do novo sistema na zona piloto**

Rubrica	Preço Unitário (€)	N.º De Unidades	Subtotal (€)	Taxa de Amortização	Amortização Anual (€/ano)
Contentor 140l	20,49	2961	60.670,89	12.5%	7.583,86
Contentor 1100l	220,00	6	1.320,00	12.5%	165,00
Identificadores electrónicos	2,15	3957	8.507,55	20.0%	1.701,51
Wastelock	1.650,00	10	16.500,00	20.0%	3.300,00
Smart-key	5,00	366	1.830,00	20.0%	366,00
Molok 4m³	3.775,00	2	7.550,00	12.5%	943,75
Molok 3m³	3.500,00	1	3.500,00	12.5%	437,50
Hardware veículo	14.500,00	1	14.500,00	20.0%	2.900,00
		TOTAL	114.378,44	TOTAL	17.397,62

**Quadro J.1-** Custos relativos à aquisição da tecnologia RFID para a zona piloto.

Rubrica	Custo anual (€)
Custo relativo à existência de molok	635.00
Custo relativo à existência dos 3 molok	€804.00
Custo relativo à existência de contentores em compartimentos de lixo	€809.00
Custo relativo à existência de contentores individuais com identificação electrónica	€9,046.00
<b>Total</b>	<b>€11,294.00</b>

**Quadro J.2** - Custos relativos à existência de equipamentos na zona piloto.

Rubrica	Custo anual (€)
Custo relativo à recolha do molok	€374.00
Custo relativo à recolha dos 3 molok	€17,643.00
Custo relativo à recolha de recicláveis em compartimentos do lixo	€6,536.00
Custo relativo ao circuito N11	€32,589.00
<b>Total</b>	<b>€57,142.00</b>

**Quadro J.3** - Custos relativos à recolha de RSU na zona piloto.

Rubrica	Custo anual (€)
Custos relativos à Tecnologia RFID	€17,397.62
Custos relativos à existência de equipamentos	€10,758.00
Custos relativos à recolha de RSU	€57,142.00
Custos relativos à entrega de resíduos indiferenciados na Lipor II	€64,186.00
<b>Total</b>	<b>€149,483.62</b>

**Quadro J.4** - Síntese dos custos totais decorrentes da implementação do novo sistema de RSU.

## Anexo K: Calendarização da Implementação do novo modelo de gestão de RSU

Fases de implementação	Descrição	Período Temporal
<b>Análise da Situação de Base</b>		
Análise Económico-Financeira do Actual Sistema de Gestão de RSU	Análise de custos e proveitos do actual sistema de gestão de RSU do Município da Maia, particularmente para a Zona do Lidador.	Abril/Maio 2011
Realização de inquéritos	Inquéritos porta-a-porta realizados na Zona do Lidador a habitações unifamiliares, multifamiliares e comércio/serviços.	Junho/Julho 2011
<b>Elaboração de Relatório/Documento de Actuação</b>		
Documento de suporte aos decisores	Elaboração de relatórios do projecto onde é apresentado o estado da arte e os resultados da fase 1.	Junho 2011
Propostas e Modelos de Actuação	Apresentação de propostas e modelos de implementação de um sistema PAYT adequados à realidade estudada.	Final Junho 2011
Envio de Documentação	Envio da documentação relativa à realização do projecto ao nível técnico e financeiro à Agência Portuguesa do Ambiente.	Julho 2011
<b>Análise de Sistema Tarifário</b>		
Análise de Informação	Análise de informação relevante para o estudo da exequibilidade de um novo modelo tarifário.	Julho 2011
Determinação de Estrutura Tarifária	Determinação da nova estrutura tarifária adequada ao sistema PAYT a implementar	Julho 2011
<b>Equipamentos</b>		
Levantamento de recursos	Levantamento dos recursos necessários à execução do projecto.	Junho 2011
Análise de Propostas	Estudo de propostas de orçamento das empresas fornecedoras da tecnologia a implementar.	Julho 2011
Aquisição de Equipamentos	Aquisição de todos os equipamentos necessários à implementação do novo modelo de gestão.	Outubro 2011
<b>Comunicação e Sensibilização</b>		
Definição de tipologia de campanhas	Delinear campanha de comunicação específica e formatada à realidade local, tendo em consideração os diferentes serviços que serão implementados de suporte ao sistema PAYT.	Final Setembro 2011
Consulta de propostas	Análise de propostas de orçamento das empresas contactadas para executar os planos de comunicação.	Outubro 2011
Adjudicação e preparação do material		Novembro 2011
<b>Implementação do Projecto</b>		
Distribuição de equipamentos	Entrega de equipamentos à população da Zona Piloto do Lidador.	Janeiro 2012
Monitorização	Monitorização e controlo de todo o sistema PAYT implementado.	Janeiro/Fevereiro 2012
Fiscalização	Estabelecimento de procedimentos de fiscalização adequados à realidade implementada.	Março 2012

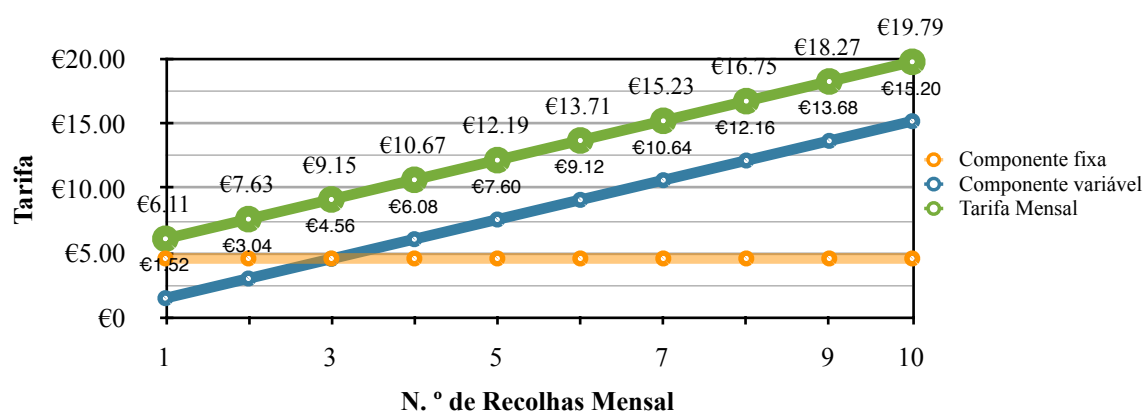
## Anexo L: Desenho de novo modelo tarifário

Tarifa Fixa	Custo Total Anual (€/ano)	Custo Total Mensal (€/mês)
Custos da Tecnologia ( $C_t$ )	€17,397.62	€1,449.80
Custos Equipamentos ( $C_e$ )	€9,791.00	€815.92
Custos de Recolha ( $C_r$ )	€47,353.94	€3,946.16
<b>TOTAL</b>	<b>€74,542.56</b>	<b>€6,211.88</b>

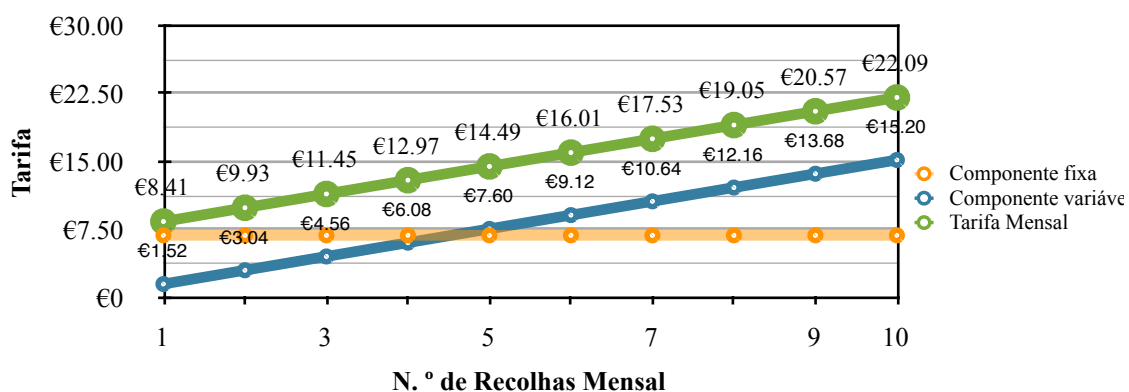
**Quadro L.1** - Síntese de custos a considerar na componente fixa da nova tarifa.

Componente Variável	Rubricas	Custo (€/volume)
Preço de Tratamento ( $P_t$ )	- Preço de tratamento equivalente a 90l de resíduos indiferenciados;	€1.52
	- Preço de tratamento equivalente ao volume do tambor do contentor de 1100l (50l)	€0.83
	- Preço de tratamento equivalente ao volume do tambor do molok (50l)	€0.83

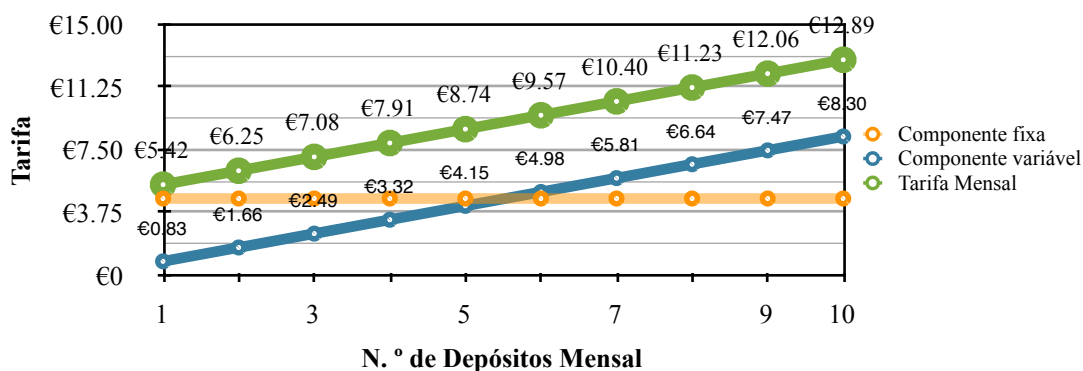
**Quadro L.2** - Preço de tratamento para cada situação de deposição de resíduos.



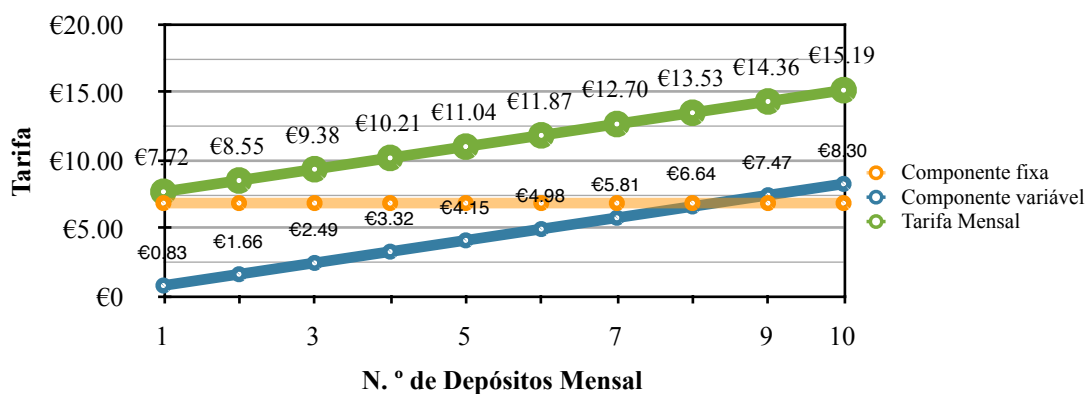
**Gráfico L.1** - Valores da tarifa e respectivas componentes para o caso dos utilizadores domésticos em habitações unifamiliares.



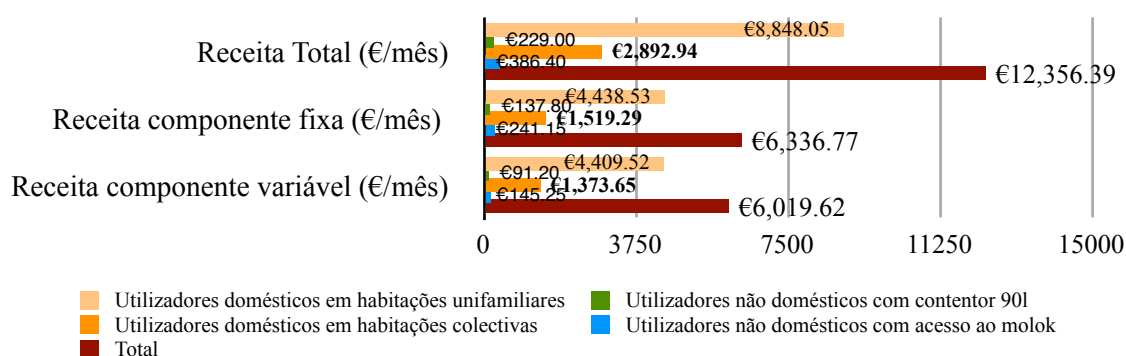
**Gráfico L.2** - Valores da tarifa e respectivas componentes para o caso dos utilizadores não domésticos com contentor de 90l.



**Gráfico L.3** - Valores da tarifa e respectivas componentes para o caso dos utilizadores domésticos em habitações colectivas.



**Gráfico L.4** - Valores da tarifa e respectivas componentes para o caso dos utilizadores não domésticos com acesso ao molok (com tambor de 50l).



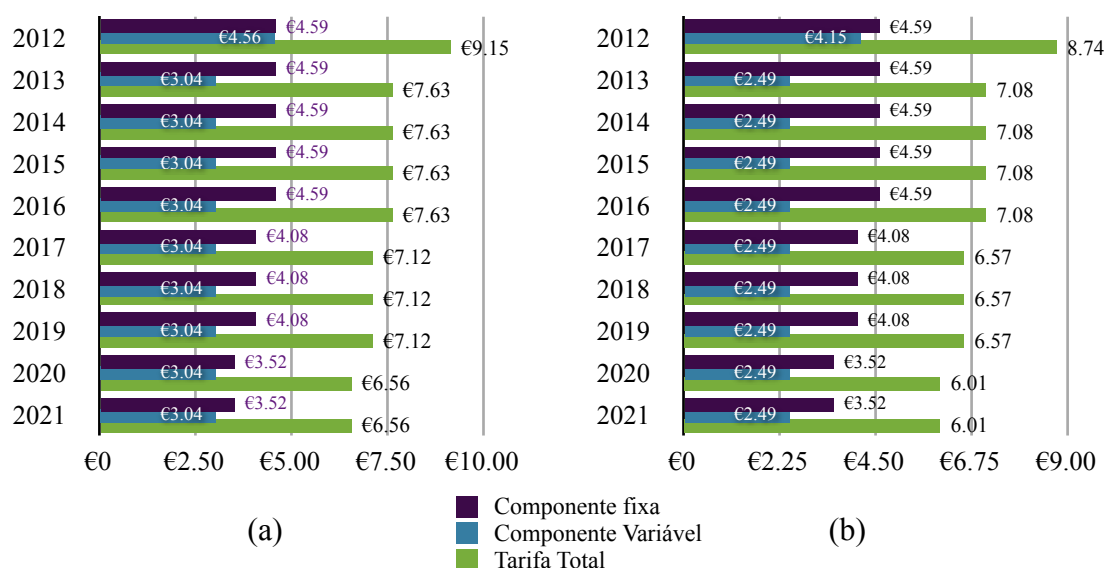
**Gráfico L.5** - Receitas totais mensais para os utilizadores domésticos e não domésticos com contentor de 90l e para utilizadores domésticos em habitações colectivas e não domésticos com acesso ao molok.

	Actual TRSU utilizadores domésticos(€/mês)	Nova TRSU utilizadores domésticos em habitações unifamiliares(€/mês)	Nova TRSU utilizadores domésticos em habitações colectivas (€/mês)
Componente Fixa	1,65	4,59	4,59
Componente Variável (média mensal)	6,00	4,56	4,15
<b>Total</b>	<b>7,65</b>	<b>9,15</b>	<b>8,74</b>

**Quadro L.3** - Comparação entre a actual TRSU e a nova TRSU para utilizadores domésticos, para a simulação 1.

	Actual TRSU utilizadores não domésticos*(€/mês)	Nova TRSU utilizadores não domésticos com contentor 90l (€/mês)	Nova TRSU utilizadores não domésticos com acesso ao molok (€/mês)
Componente Fixa	9,99	6,89	6,89
Componente Variável (média mensal)	7,1	4,56	4,15
<b>Total</b>	<b>17,09</b>	<b>11,45</b>	<b>11,04</b>

**Quadro L.4** - Comparação entre a actual TRSU e a nova TRSU para utilizadores não domésticos, para a simulação 1.



**Gráfico 7.6** - Variação da tarifa e das suas componentes ao longo do tempo, para utilizadores domésticos em habitações unifamiliares (a) e em habitações colectivas (b).

	Actual TRSU utilizadores domésticos(€/mês)	Nova TRSU utilizadores domésticos em habitações unifamiliares(€/mês)			Nova TRSU utilizadores domésticos em habitações colectivas (€/mês)		
	2011	2013 - 2016	2017- 2019	2020	2013 - 2016	2017- 2019	2020
Componente Fixa	1,65	4,59	4,08	3,52	4,59	4,08	3,52
Componente Variável (média mensal)	6,00	3,04	3,04	3,04	2,49	2,49	2,49
<b>Total</b>	7,65	7,63	7,12	6,56	7,08	6,57	6,01

**Quadro L.5** - Comparação entre a actual TRSU e a nova TRSU para utilizadores domésticos, para a simulação 2.

	Actual TRSU utilizadores não domésticos(€/mês)	Nova TRSU utilizadores não domésticos com contentor 90l (€/mês)			Nova TRSU utilizadores não domésticos com acesso ao molok (€/mês)		
	2011	2013 - 2016	2017- 2019	2020	2013- 2016	2017- 2019	2020
Componente Fixa	9,99	6,89	6,12	5,28	6,89	6,12	5,28
Componente Variável (média mensal)	7,01	3,04	3,04	3,04	2,49	2,49	2,49
<b>Total</b>	17,09	9,93	9,16	8,32	9,38	8,61	7,77

**Quadro L.6** - Comparação entre a actual TRSU e a nova TRSU para utilizadores não domésticos, para a simulação 2.